This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

1838

NOV 14 1962

LANE

MEDICAL LIBRARY

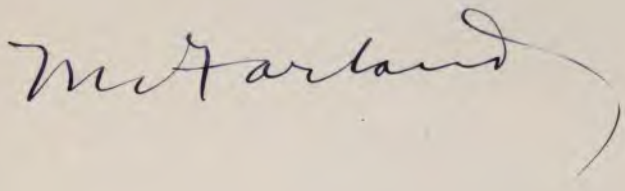
Gift

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR
PALO ALTO, CALIFORNIA

A MEMORIAL GIFT

From the Library of

FRANK MACE MacFARLAND



Ueber das Verhältniss

des

männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur

von

Dr. Georg Klebs, 1857–1918
Professor der Botanik in Basel.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer
1894.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Büsgen, Dr. M., Professor der Botanik an der Universität Jena, **Beobachtungen über das Verhalten des Gerbstoffs in den Pflanzen.** 1889. Preis: 1 Mark 60 Pf.

—— **Der Honigtau.** Biologische Studien an Pflanzen und Pflanzenläusen. Mit 2 lithographischen Tafeln. 1891. Preis: 3 Mark.

Detmer, Dr. W., Professor an der Universität Jena, **Das pflanzenphysiologische Praktikum.** Anleitung zu pflanzenphysiologischen Untersuchungen für Studierende und Lehrer der Naturwissenschaften. Mit 131 Holzschnitten. 1888. Preis brosch. 8 Mark, geb. 9 Mark.

Düsing, Dr. phil. Carl, **Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses bei der Vermehrung der Menschen, Tiere und Pflanzen.** Mit einer Vorrede von Dr. W. Preyer, o. ö. Professor der Physiologie und Direktor des physiologischen Institutes der Universität Jena. Preis: 6 Mark 50 Pf.

Eimer, Dr. G. H. Theodor, Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie zu Tübingen, **Die Entstehung der Arten** auf Grund von Vererben erworbener Eigenschaften nach den Gesetzen organischen Wachsens. Ein Beitrag zur einheitlichen Auffassung der Lebewelt. Erster Theil. 1888. Mit 6 Abbildungen im Text. Preis: 9 Mark.

Haberland, Dr. G., Prof. der Botanik in Graz, **Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen.** Mit 2 lithographischen Tafeln. 1887. Preis: 3 Mark 60 Pf.

Hildebrand, Dr. E., Professor an der Universität in Freiburg i. Br., **Ueber einige Pflanzenbastardierungen.** Mit 2 lithographischen Tafeln. 1889. Preis: 4 Mark.

Mittheilungen aus dem botanischen Institute zu Graz, herausgegeben von Dr. H. Leitgeb, Professor an der Universität zu Graz. Erstes Heft. Mit 5 lithographischen Tafeln. 1886. Preis: 8 Mark.

Inhalt: Dr. E. Heinricher, Die Eiweissschläuche der Cruciferen und verwandter Elemente in der Rhoeadinenreihe. Mit 3 Tafeln. — Dr. G. Pommer, Ein Beitrag zur Kenntniss der fadenbildenden Bakterien. Mit 1 Tafel. — H. Leitgeb, Krystalloide in Zellkernen. — H. Leitgeb, Beiträge zur Physiologie der Spaltöffnungsapparate. Mit 1 Tafel.

Zweites Heft. Mit 4 lithographischen Tafeln und 3 Holzschnitten. 1888. Preis: 7 Mark.

Inhalt: A. Scherffel, Die Drüsen in den Höhlen der Rhizomschuppen von Lathraea squamaria L. Mit 1 Tafel. — H. Leitgeb, Der Gehalt der Dahliaknollen an Asparagin und Tyrosin. Mit 1 Tafel. — Dr. E. Heinricher, Beeinflusst das Licht die Organanlage am Farnembryo. Mit 3 Holzschnitten. — H. Leitgeb, Ueber Sphäride. Mit 2 Tafeln.

Mittheilungen, botanische aus den Tropen, herausgegeben von Dr. A. F. W. Schimper, a. o. Professor der Botanik an der Universität Bonn.

Heft 1: **Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen.** Mit einer Tafel in Lichtdruck und 2 lithographischen Tafeln. 1888. Preis: 4 Mark 50 Pf.

Heft 2: **Die epiphytische Vegetation Amerikas.** Mit 4 Tafeln in Lichtdruck und 2 lithographischen Tafeln. 1888. Preis: 7 Mark 50 Pf.

Heft 3: **Die indo-malayische Strandflora.** Mit 7 Textfiguren, einer Karte und 7 Tafeln. 1891. Preis: 10 Mark.

(Heft 1—3 vom Herausgeber.)

Heft 4: Schenck, Dr. H., Privatdozent an der Universität Bonn, **Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen**, im Besonderen der in Brasilien einheimischen Arten. I. Theil: Beiträge zur Biologie der Lianen. 1892. Preis: 15 Mark.

Heft 5: Schenck, Dr. H., **Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen.** II. Theil: Beiträge zur Anatomie der Lianen. Mit 12 Tafeln und 2 Zinkographieen im Text. Preis: 20 Mark.

Heft 6: Möller, Alfred, **Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen.** *Mit 7 Tafeln und* 4 Holzschnitten im Text. Preis: 7 Mark.

Ueber das Verhältniss

des

männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur

von

Dr. Georg Klebs,
Professor der Botanik in Basel.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer.
1894.

Die vorliegende Arbeit wurde als Rectoratsrede am 10. November 1893 vorgetragen; für den Druck ist sie in einigen Punkten verändert und ergänzt worden.

251
K63
1894

Wenn auch heute noch die Universität die allumfassende Gemeinschaft der Wissenschaften vorstellen will, so wird ihr doch nicht selten der Vorwurf gemacht, dass sie nicht mehr im Stande sei, die nach allen Seiten auseinanderstrahlenden Zweige in sich aufzunehmen. Die einst wie im Schoosse einer Familie geschwisterlich zusammenlebenden, von einer Mutter behüteten Glieder scheinen sich mehr und mehr von einander loszureissen, jedes nach eigenen Zielen selbständig strebend. Der tief eingreifenden Arbeitstheilung, dem sonst so fördernden Princip jeder Gemeinschaft wird die grösste Schuld daran zugeschrieben. Mit ihr ist in der That jene Zertheilung, ja Zersplitterung der früher einheitlichen Wissenschaften verbunden, jene Concentration des einzelnen Gelehrten auf ein winzig kleines Gebiet — Verhältnisse, die das beliebte Thema für alle jene Klagen bilden, welche sich so reichlich über das heutige Gelehrtenthum ergiessen. Doch nur ein einseitiger und wenig einsichtiger Geist kann ernsthaft solche Vorwürfe aussprechen. Während er sich an einzelne krankhafte Auswüchse einer nothwendigen Einrichtung anklammert, vergisst er das Wesentliche. Erst durch die Arbeitstheilung, durch das Specialstudium ist der wissenschaftlichen Forschung die Macht verliehen worden, in früher ungeahntem Maasse weit entfernte Wissensgebiete zu überblicken, eine Masse vielfach zerstreuter Thatsachen unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt zu bringen, Probleme von allgemeinster Bedeutung aufzustellen, deren Lösung von verschiedenen Seiten, oft von verschiedenartigen Wissenschaften gleichzeitig angestrebt wird. Wohin wir blicken, überall sehen

wir, dass Wissenschaften, die früher theilnahmlos neben einander hergelaufen sind, die selbst in dem Kopfe eines Polyhistors früher sich gleichsam wie in gesonderten Fächern befunden haben, jetzt im innigsten geistigen Zusammenhange stehen. Wenn jetzt an irgend einer Stelle im weiten Gebiete der Forschung durch Specialstudium eine neue Thatsache entdeckt oder eine neue Idee geboren wird, so kann es geschehen, dass durch sie plötzlich weit entfernte Gegenden mit neuem Lichte bestrahlt werden. Dem Forschen und Ringen des Einzelnen, der auf seinem kleinen Flecke ruhig arbeitet, wird durch die enge Fühlung mit grossen mannigfaltigen Gebieten, mit gewaltigen, umfassenden Problemen jene höhere Weihe verliehen, welche der gelehrten Arbeit eigenste Schönheit ist.

Wohl nirgends treten uns im Augenblick bei ausgedehntestem Specialstudium so innige Wechselbeziehungen entgegen wie bei den biologischen Wissenschaften. Welch' unendliche Fülle des Wissens und mehr noch des zu Wissenden bietet sich in der Botanik und Zoologie dar, letztere in ihrem eigentlichen Umfange genommen, so dass die Naturgeschichte des Menschen inbegriffen ist. Noch am Anfange unseres Jahrhunderts hat ein einzelner Gelehrter das ganze Gebiet vertreten, welches heute unter eine grosse Anzahl besonderer Wissenschaften wie Anatomie, Morphologie, Systematik, Physiologie, Pathologie, Entwickelungsgeschichte etc. vertheilt ist, deren jede sich wieder in Zweige spaltet, die die Kraft eines Menschenlebens erfordern. Und doch wohin führen alle die Stollen und Schachte, die von verschiedenen Seiten oft in scheinbar entgegengesetzten Richtungen, den mannigfachsten Krümmungen und Windungen in die dunkle Tiefe der lebendigen Natur getrieben werden, dem blöden Auge ein unentwirrbares Labyrinth ohne Ziel und Plan? Dem schärfer blickenden Geiste offenbart sich, dass alle diese Wege sich doch wieder treffen und begegnen, sich vereinigen und gemeinsamem Ziele zustreben, der Erforschung der Grundprobleme des Lebens, welche ebenso in dem kleinsten, nur bei tausendfacher Vergrösserung sichtbaren Kügelchen einer Bacterie, wie in dem hoch entwickelten Menschen verborgen sind. Die Biologie will bis zu einem gewissen Grade das, was z. B. die Physik in der

Electrizitätslehre zum Theil schon erreicht hat. In tausendfachen Formen und Anwendungen zeigt sich die mächtige Kraft der Electrizität, doch allem Wechsel ihrer Erscheinungen liegen gewisse einfache Gesetze zu Grunde. Wie viel reicher und herrlicher quillt das Leben in der Natur; doch auch hier gilt es, die Grundgesetze aufzudecken, das allem Leben Gemeinsame zu erkennen, wenn heute auch dieses Ziel noch in tief dämmernder Ferne ruht. In dem Streben nach diesem Ziel sind alle biologischen Wissenschaften eines Sinnes, so wechselnd ihr Stoff, so wechselnd die Methode ihrer Forschung ist. Sie bedürfen in diesem Streben unbedingt der thätigen Mithülfe von Physik, Chemie, sie vereinigen sich mit Anthropologie, Psychologie, Volks- und Staatslehre und anderen Zweigen der geistigen Wissenschaften. Dieses Ineinandergreifen, diese Gemeinsamkeit der Arbeit bei den biologischen Wissenschaften möchte ich versuchen an einem Beispiel zu schildern. Ich wähle dazu die Fortpflanzung, unter allen Lebenserscheinungen diejenige, welche, mit geheimnissvollstem Reize umkleidet, als die höchste der Functionen von dem Organismus nur in der strotzenden Fülle seiner Kraft ausgeübt wird.

In buntester Mannigfaltigkeit geschieht die Fortpflanzung in der Organismenwelt, ein überreiches Material von Beobachtungen liegt vor. Doch waren mehrere Jahrhunderte nothwendig, um zu erkennen, worin eigentlich das Wesen des Processes besteht. Wohl sind sich schon die niedrigsten Völkerracen des ursächlichen Zusammenhanges bewusst, der zwischen der geschlechtlichen Vereinigung von Mann und Weib und der Geburt des neuen Wesens durch das Weib existirt. Aber selbst die Gelehrten des Alterthums sind trotz wichtiger Beobachtungen im Einzelnen nicht darüber hinausgekommen. Erst mit dem Ende des 17. Jahrhunderts begann eine neue Zeit, in der in Verbindung mit den verbesserten Vergrösserungsgläsern eine genauere Untersuchung der Geschlechtsorgane erfolgte. Von besonderer Bedeutung war die Entdeckung beweglicher, fadenförmiger Gebilde, der Samenthierchen, jetzt als Spermatozoen bezeichnet, welche von dem Studenten HAMM im August 1677 im menschlichen Sperma beobachtet wurden. Sein berühmter Lehrer LEEUWENHOEK führte die eigentliche Untersuchung und wies die gleichen Gebilde bei einigen Thieren nach. In der

Auffassung dieser Samenthierchen zeigten sich in den nächsten 150 Jahren die wunderbarsten Gegensätze. Die einen Gelehrten glaubten in ihnen die Anfänge des neuen Organismus zu sehen, die anderen leugneten ihr Dasein, oder hielten sie für Fäulnissproducte oder Eingeweidewürmer. Erst die experimentellen Untersuchungen von PREVOST und DUMAS 1824 erwiesen, dass in dem Sperma der Thiere die Spermatozoen allein als die befruchtenden Elemente wirken. Später wurde ihre Verbreitung in allen Thierklassen mit Ausnahme der Protozoen nachgewiesen und seit KÖLLIKER's Arbeiten ihre Entstehung aus bestimmten Zellen des Körpers erkannt.

Noch langsamer brach sich die Erkenntniss des weiblichen Elementes, des Eies, Bahn, obwohl dasselbe in den Eiern der Vögel offen vor Augen lag. Nachdem im 17. und 18. Jahrhundert die entsprechenden Gebilde bei Fischen und Fröschen beobachtet worden waren, gelang es erst KARL VON BAER 1827, das Säugethierei im Eierstock zu entdecken. Seit dieser Zeit mehrten sich auch die Angaben über das Eindringen der Spermatozoen in das thierische Ei, bis dann in neuerer Zeit durch die Forschungen von FOL, O. HERTWIG, VAN BENEDEN u. A. die Verschmelzung der beiden Sexualzellen aufs sorgfältigste verfolgt wurde.

Für die Pflanzen musste zuerst eine Sexualität überhaupt nachgewiesen werden, da diese im Alterthum ihnen ganz abgesprochen wurde. Erst am Ende des 17. Jahrhunderts lieferte der Tübinger Professor CAMERARIUS den experimentellen Nachweis, dass der Pollenstaub der Blüthen das männliche, befruchtende Element darstellt, ohne dessen Mitwirkung reifer Samen sich nicht ausbilden kann. Doch immer wieder tauchten Zweifel auf, obwohl die Untersuchungen KOELREUTER's 1761—64 über Bastardbefruchtung die Sexualität der Pflanzen unwiderleglich bewiesen. Selbst noch SCHLEIDEN, einer der Begründer der neueren Botanik, brachte Verwirrung in die Frage, weil er die Entstehung des Pflanzenembryos aus dem männlichen Pollen zu sehen glaubte, bis AMICI und HOFMEISTER in den 40er Jahren die Befruchtung der weiblichen Eizelle in der Samenknospe durch den Schlauch des Pollens sicherstellten. Von da ab begann auch der grosse Aufschwung in der Erforschung der

Kryptogamen, der Nachweis der Eizelle und der den thierischen Spermatozoen entsprechenden, beweglichen männlichen Zellen bei Farnkräutern, Moosen, Algen. PRINGSHEIM war es, der 1856 zum ersten Male bei der Süsswasseralge Oedogonium direct die Verschmelzung der Eizelle mit einem Spermatozoon beobachtete. Auch bei den anderen Pflanzenklassen wurde die Vereinigung der beiden Sexualelemente gesehen und in neuester Zeit durch STRASBURGER, GUIGNARD u. A. die Befruchtung der Phanerogamen genau verfolgt.

Durch die gemeinsamen Forschungen von Botanikern und Zoologen ist die überraschende Analogie im feineren Bau wie im Verhalten der männlichen und weiblichen Elemente bei Pflanzen und Thieren nachgewiesen worden. Als richtigsten Ausdruck der augenblicklichen Kenntnisse können wir den Satz aufstellen, dass in der ganzen Organismenwelt das Wesen der geschlechtlichen Fortpflanzung darin besteht, dass zwei bestimmt geformte Zellen, die Geschlechtszellen, gebildet werden, die zu einer Zelle verschmelzen, dem Anfang des neuen Organismus.

Das weite, umfassende Gebiet der Sexualität wird beherrscht durch die Frage nach dem Verhältniss des Männlichen und Weiblichen. Ein tieferes Verständniss des Problems erfordert ein näheres Eingehen auf die Beziehungen der beiden Geschlechter.

Gewöhnlich nimmt man als Ausgangspunkt den Gegensatz, der sich bei den höheren Thieren in den beiden Geschlechtsindividuen, Männchen und Weibchen, am schärfsten ausprägt. Für die weitere Darstellung muss man aber im Auge behalten, dass dieser Gegensatz durchaus nicht eine allgemein verbreitete Erscheinung ist. Schon bei niedrigen Pflanzen, den Algen, bemerken wir den bunten Wechsel in der Vertheilung der männlichen und weiblichen Organe. Innerhalb einer Gattung (Vaucheria, Oedogonium) giebt es Arten mit beiden Geschlechtern bei demselben Individuum, sog. Zwitter, und Arten, bei denen die Geschlechter auf zwei Individuen vertheilt sind und die als getrennt geschlechtlich oder diöcisch bezeichnet werden. Aehnliche Schwankungen kommen bei Moosen, Farnkräutern vor; bei den Blüthenpflanzen ist die Mehrzahl zwittrig, eine kleinere Anzahl, wie Maulbeerbäume, Nesseln, Hanf etc. diöcisch. Eine

Art Mittelstellung nehmen die monöcischen Pflanzen ein, wie die Tannen, Eichen, bei denen die Geschlechter auf demselben Individuum, aber in gesonderten Blüthen sich finden.

Auch bei den Thieren wechselt die Geschlechtsvertheilung. Unter den niederen Thieren sind meist getrennten Geschlechtes die Korallen, Seeigel, Seesterne, Muscheln, die Mehrzahl der Gliederthiere. Zwittrig sind dagegen die Schwämme, Rippenquallen, Blutegel, Saug- und Plattwürmer, zahlreiche Schnecken, und als relativ höchste Gruppe die Tunicaten oder Mantelthiere. Diese sind von ganz besonderer Bedeutung, weil sie in ihrer Entwickelungsgeschichte eine auffallende Aehnlichkeit mit den niederen Wirbelthieren zeigen, so dass sie als den Urwirbelthieren nahestehende Organismen angesehen werden. Auch die Wirbelthiere sind ihrer Anlage nach Zwitter. Unter den Fischen giebt es noch unzweifelhafte Zwitter, bei den Fröschen sind alle jungen Larven mit den deutlichen Anlagen beider Geschlechtsorgane versehen, und selbst beim Menschen sind in der allerersten Zeit des embryonalen Lebens noch beide Anlagen vorhanden. In pathologischen Fällen tritt beim Menschen eine deutliche Zwitterbildung auf, wenn sie sich in den sicher bekannten Fällen auch nur auf die äusseren Geschlechtsorgane und Charactere bezieht.

Zwitterthum und getrenntes Geschlecht sind die beiden je nach Thier- und Pflanzenarten wechselnden Formen der Geschlechtsvertheilung. Der Gegensatz der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen ist in allen solchen Fällen deutlich ausgesprochen.

Nur bei den niedrigsten Pflanzen und Thieren existirt auch dieser Gegensatz noch nicht; die beiden Geschlechtszellen erscheinen in allen sichtbaren Merkmalen übereinstimmend, so dass Männlich und Weiblich nicht zu unterscheiden ist. Doch schon sehr frühe tritt die Sonderung ein und zwar in der Weise, wie sie für fast alle Thiere und Pflanzen maassgebend ist: Von den beiden Zellen, welche anfangs in gleichem Grade beweglich sind, bewahrt die eine ihre Beweglichkeit und vergrössert sie noch; die andere wird passiv, unbeweglich und wird von der activen aufgesucht. Wir nennen die eine männlich, die andere weiblich. Nur in seltenen Fällen fehlt dieser Hauptcharacter der männlichen Zelle, ihre Beweglichkeit, so z. B. bei den rothen

Meeresalgen, bei denen die Bewegung der Wellen die Vereinigung der Geschlechter vermittelt. Dagegen bilden die Phanerogamen nur eine scheinbare Ausnahme, da die Pollenkörner zwar nicht frei beweglich sind, aber vermöge ihrer Fähigkeit, zu wachsen, fortwandern und selbständig zu der Eizelle gelangen können.

Ein anderer durchgreifender Unterschied der männlichen und weiblichen Zelle macht sich in der Grösse bemerkbar. Die männliche reducirt ihre Körpersubstanz auf das Nothwendigste, die weibliche füllt sich mit Nahrungsstoffen aller Art an. Der Grössenunterschied kann, wie bei den Vögeln, ganz gewaltig sein; aber auch die relativ kleinen Eier des Menschen und der grösseren Säugethiere (0,2 mm) übertreffen an Grösse die Spermatozoen (beim Menschen 0,051 mm).

Der Gegensatz der Geschlechter zeigt sich ebenso in den die Zellen erzeugenden Organen; er prägt sich schliesslich bei den getrennt geschlechtlichen Organismen in der ganzen Individualität aus. Bei den diöcischen Pflanzen sind die Unterschiede des männlichen und weiblichen Individuums sehr gering. Doch sind im Allgemeinen bei Algen, Moosen, Farnkräutern, deutlicher noch bei den diöcischen Phanerogamen, die männlichen Individuen kleiner, schmächtiger, als die weiblichen. Auch bei zahlreichen diöcischen Thieren, den Echinodermen, Mollusken, Krebsen, Spinnen und selbst noch bei Fischen, sind Männchen und Weibchen kaum merklich verschieden. Deutlicheren Unterschieden begegnen wir bei manchen Würmern, Krebsen und zahlreichen Insekten. Häufig ist dabei das Männchen kleiner als das Weibchen, höchst auffallend bei einigen Würmern und Krebsen, bei denen das Männchen als winziger Parasit auf dem riesigen Weibchen sitzt. Bei vielen Insekten zeichnen sich die Männchen durch grössere Beweglichkeit aus, sie sind geflügelt, während das Weibchen flügellos ist. Kein einziges Beispiel kennt man, bei dem das Verhältniss umgekehrt ist.

Schon bei Insekten kommen Unterschiede der Geschlechtsindividuen zur Erscheinung, die weit hinausgehen über den Unterschied der Geschlechtszellen. Bei den Tagfaltern unter den Schmetterlingen schimmern die Männchen in bunten, glühenden Farben, während die Weibchen dunkler, matter ge-

färbt sind. Noch mehr steigert sich dieser Unterschied bei den Vögeln, so dass bei den farbenherrlichsten Organismen unserer Erde, den Paradiesvögeln, den Kolibris, Fasanen und Pfauen, das Weibchen sich in dunkle Unscheinbarkeit hüllt. Unter den Säugethieren zeichnen sich wohl auch einige Männchen durch äussere Vorzüge aus, wie der Hirsch und der Löwe. Viel allgemeiner ist aber bei den Männchen grössere Kraft und Stärke entwickelt als bei den Weibchen, denen die wichtige Rolle zufällt, den jungen Keim längere Zeit im Leibe zu ernähren. Das gleiche Verhältniss sehen wir beim Menschen, bei dem die körperlichen Unterschiede von Mann und Weib wenig bedeutend sind, wenn wir von den eigentlichen Geschlechtscharacteren absehen; giebt es doch Völker, wie die Eskimos, deren Geschlechter zum Verwechseln ähnlich sind. Besonders der durchschnittlich kleinere weniger geräumige Schädel, das breitere Becken, der engere Brustkasten, die reichliche Fettablagerung, durch die alle Körperformen weicher, gerundeter erscheinen, sind solche Merkmale des Weibes. Viel mehr fällt der psychische Gegensatz der Geschlechter auf — ein unerschöpfliches Thema für Dichter und Denker, sowie für jeden Beobachter des menschlichen Daseins. Wenn wir die zahllosen psychischen Zwitterbildungen unter uns bei Seite lassen und uns nur an die typischen Erscheinungen halten, so sehen wir den willens- und verstandeskräftigen, von lebhaftem Thatendrange durchglühten Mann, der in den weiten Gebieten des menschlichen Lebens schöpferisch wirken will, und das schwächere, weiche, hingebende Weib, das, mit feinster und tiefster Empfindungsfähigkeit begabt, im engeren Kreise mit seinem Zauber waltet. Der Grundzug des Gegensatzes, die Activität des Männlichen, die Passivität des Weiblichen, wie er auf der niedersten Stufe sexuellen Lebens sich findet, kehrt unendlich bereichert im Menschen wieder.

Mögen nun die Geschlechtszellen und auch die Geschlechtsindividuen bald mehr, bald weniger verschieden sein, in Einem sind sie alle gleich, in dem Streben und Sehnen, sich zu vereinigen. Auch hierbei sehen wir wieder die wunderbarste Mannigfaltigkeit in den Einrichtungen, welche zu diesem Ziele führen. Bei allen Cryptogamen, von den Algen bis zu den

Farnkräutern, findet die Vereinigung der Geschlechtszellen im Wasser statt, sei es in den Gewässern, sei es im Thau oder Regen. Die im Wasser frei schwimmenden Spermatozoen bewegen sich nach der Eizelle hin, die in ihrem Organ bleibt, zu der aber in der Zeit der Geschlechtsreife ein Zugang sich öffnet. Der fadenförmige, schraubig gedrehte Körper, der im Stande ist, sich zu strecken und zusammenzuziehen, erleichtert es wesentlich den Spermatozoen, in den engen Zuführungskanal des weiblichen Apparates einzudringen. Die grosse Sicherheit, mit der sie den Weg zu der oft versteckten Eizelle finden, setzt eine Anziehung voraus, welche die Eizelle auf die Spermatozoen ihrer Art ausübt. PFEFFER gelang es in der That, eine wichtige physiologische Beziehung der beiden Zellen nachzuweisen. Bei den Farnkräutern scheidet die geschlechtsreife Eizelle Aepfelsäure aus, welche sich langsam im Wasser verbreitet. Die Spermatozoen, von besonderer Empfänglichkeit für diese Substanz begabt, richten sofort ihre Bewegung nach dem Ort des Ausströmens und werden dadurch nothwendig zur Eizelle hingeführt. Bei anderen Pflanzen, z. B. den Laubmoosen, bildet Rohrzucker die anziehende Substanz; in vielen Fällen ist ihr chemischer Charakter noch nicht bekannt.

Höchst auffällig zeichnen sich gegenüber den Cryptogamen die Blüthenpflanzen aus, welche keine beweglichen Spermatozoen, sondern unbewegliche Pollenkörner besitzen. Es handelt sich hier um den durchgreifendsten Charakter der Phanerogamen, der sich bei ihren Vorfahren in früheren Erdepochen ausgebildet hat, als sie die Abhängigkeit ihrer Befruchtung vom Wasser aufgaben. Nothwendig mussten andere Mittel ergriffen werden, um den Pollen auf die empfängnissfähige Narbe zu bringen. Wir nennen diesen Act die Bestäubung und unterscheiden ihn von dem Act der eigentlichen Befruchtung. Bei den einfacheren Blüthenpflanzen, wie den Nadelhölzern, dem Haselstrauch, den Buchen, Eichen und Gräsern, werden die Pollenkörner durch die Bewegungen der Luft auf die Narbe gebracht, die ihrerseits durch klebrige Stoffe die männlichen Zellen festhält. Der staubartige, leichte, trockene Pollen wird in grossen Mengen gebildet, so dass auch bei diöcischen Pflanzen die Bestäubung sicher erfolgt. Für die Mehrzahl der

Blüthenpflanzen spielen indessen die Thiere die Hauptrolle, in unseren Zonen die Bienen, Hummeln und Schmetterlinge. Erst seit man ihre Bedeutung als Pollenüberträger von Blüthe zu Blüthe kennt, hat man ein Verständniss dafür gewonnen, warum in der Blüthenwelt eine solche Schönheit in Formen und Farben sich entfaltet. Die Pracht der Farben in den Blumenblättern, die Düfte, der süsse Honig des Nectars sind Mittel, die Insekten anzulocken; die oft so wunderbaren Formen der Blüthen geben die Wege an, auf denen die Bestäubung zu erfolgen hat. Ist dann der Pollen auf die Narbe gelangt, so tritt seine Activität ins Spiel. Er wächst in Form eines Schlauches in den Griffel, wandert in manchen Fällen 10, selbst 20 cm, bis er in die Fruchthöhle kommt, wo wieder besondere Leitwege ausgebildet sind, auf denen er zur Samenknospe, endlich zu der darin versteckten Eizelle dringt. Wahrscheinlich hilft ihm dabei eine Anziehung des Eies, worüber allerdings nichts Näheres bis jetzt bekannt ist.

Den Cryptogamen ähnlich verhält sich die Mehrzahl der im Wasser lebenden Thiere, namentlich aus den unteren Klassen. Bei den Hydromedusen, Seeigeln und Seesternen, ebenso bei den Fischen und Fröschen werden beide Geschlechtszellen dem Wasser übergeben, wo die Befruchtung sich vollzieht; oder die Eier bleiben im Mutterleibe, wie bei Schwämmen, Muscheln, während die ins Wasser ausgestossenen Spermatozoen ihren Weg zu den Eizellen finden müssen. Schon bei den Fischen, noch auffallender bei den Fröschen, wirkt eine Anziehung der Geschlechtsindividuen mit, die Vereinigung der Zellen zu erleichtern. Die männlichen Fische suchen die Nähe der Weibchen auf, kämpfen sogar heftig um sie. Der männliche Frosch umklammert krampfhaft das Weibchen, und diese Umarmung kann bis zu 20 Tagen dauern, während welcher die Eier ausgestossen und von dem reichlich austretenden Sperma befruchtet werden. Bei der Mehrzahl der Landthiere und auch einigen Wasserthieren, wie den Krebsen, ist die Anziehung der Geschlechtsindividuen noch mehr gesteigert; es findet eine zeitweilige innige Vereinigung von ihnen statt, durch die die Spermatozoen direct in das innere weibliche Organ befördert werden, wo die eigentliche Befruchtung erfolgt.

Wie bei den höheren Pflanzen zwischen Bestäubung und Befruchtung, so ist bei solchen Thieren zwischen Begattung und Befruchtung zu unterscheiden. Für die Vereinigung von Ei und Spermatozoon müssen wir für alle Thiere bisher ganz räthselhafte Anziehungskräfte annehmen. Einrichtungen besonderer Art müssen in solchen Fällen ausgebildet sein, wo die Eier vor der Befruchtung mit festen Häuten umkleidet sind, wie bei den Holothurien, Krebsen und Insekten. In diesem Fall finden sich besondere Eingangspforten, die Micropylen. Bei der gemeinen Küchenschabe gelang es DEWITZ, die Art des Eindringens zu beobachten. Die Spermatozoen haben die Eigenheit, von festen Flächen, z. B. auch von der Haut des Eies, angezogen zu werden, so dass sie dicht auf derselben kreisende Bewegungen ausführen, wobei sie auf eine der vielen Micropylen stossen, die trichterförmige, sich nach innen verengernde Kanäle vorstellen und als Fangapparate für die Spermatozoen dienen.

Aeusserlich viel bekannter, ihrer inneren Natur nach ebenso räthselhaft ist die Anziehung der Geschlechtsindividuen, die zur Begattung führt. Die Hauptrolle spielt dabei der Geschlechtstrieb in einfachster Form, der Drang, die reifen Geschlechtsproducte zu entleeren. Er ist bereits vorhanden bei Thieren mit äusserer Befruchtung, ist aber viel mächtiger ausgebildet bei den sich begattenden Thieren und hier verknüpft mit der gegenseitigen Anziehung der Geschlechter. Auch hier sehen wir wieder denselben Gegensatz angedeutet wie bei den Geschlechtszellen. Der männliche Theil, von viel lebhafterem Geschlechtstriebe bewegt, sucht das Weibchen auf, das zuwartet und höchstens das Recht der Auswahl hat. Bei fast allen Thieren tritt der Geschlechtstrieb zu bestimmten Zeiten auf; das Frühjahr ist die bevorzugte Jahreszeit für die Brunst. Nur bei manchen Hausthieren, z. B. dem Esel, dem Bock, besonders in südlichen Gegenden, finden wir dieselbe Erscheinung wie beim Menschen, dass der Geschlechtstrieb an keine Jahreszeit gebunden ist. Doch sollen nach WESTERMARCK bei nordamerikanischen Völkerstämmen regelmässige Brunstzeiten (Mitte des Frühjahrs) auftreten, und wahrscheinlich sehen wir selbst bei den civilisirten Völkern noch eine Andeutung davon in der

statistisch festgestellten Thatsache, dass das Maximum der Conceptionen in die Frühjahrsmonate Mai und Juni fällt.

Der mächtige Geschlechtstrieb bewegt männliche und weibliche Individuen zu einander, und bei dem Sich-Suchen und -Finden spielen und wirken alle Sinnesempfindungen mit. Für viele Thiere ist der Geruchssinn ein wichtiger Vermittler der geschlechtlichen Annäherung. Die Männchen der Psyche-Arten, kleinen Schmetterlingen, kommen aus weiten Fernen und umschwärmen das in eine Schachtel verschlossene Weibchen. Die Hunde wittern an dem Trimethylamin-Geruch des Harnes die Weibchen; zahlreiche Säuger zeichnen sich durch Afterdrüsen aus, die zur Brunstzeit intensiv riechen. In anderen Fällen locken und finden sich die Geschlechter durch die Gewalt der Töne, vom schrillen Zirpen der Heuschrecken ab bis zu dem auch das Menschenherz ergreifenden Gesange der Nachtigall. Selbst bei den sonst stummen Fischen sollen die Männchen einiger Arten in der Brunstzeit lockende Töne von sich geben. Am wichtigsten ist der Gesichtssinn, durch den die zahlreichen äusseren Merkmalen der Geschlechter als Erkennungszeichen erst ihre wahre Bedeutung erhalten. Doch müssen wir uns hüten, das Verhältniss zu äusserlich anzusehen. Schon bei den höheren Thieren spielen bei der Annäherung der Geschlechter eine Fülle psychologischer Beziehungen mit, die wir allerdings nur insofern deuten können, als wir ihnen die uns bekannten Motive unterschieben. Gewiss führt auch ein rein ästhetisches Wohlgefallen die Geschlechter zu einander. Die mannigfaltigen Töne, das bunte Spiel der Farben im Gefieder der Vögel, die Entfaltung von Kraft und Muth im Kampfe der männlichen Säugethiere erregen die Zuneigung der Weibchen, die ihrerseits eine Auswahl zu treffen im Stande sind.

Von den wildesten Völkerracen bis zu den gebildetsten Europäern bemerken wir das gleiche Streben des Mannes, vor dem Weibe zu glänzen, nur dass bei den modernen Culturvölkern das Weib viel mehr aus seiner Passivität heraustritt und seinerseits in viel höherem Grade durch den bestrickenden Reiz seiner Schönheit lockt und verführt. Ein wesentlicher Unterschied gegenüber den Thieren prägt sich in dem Streben

des Menschen aus, die ihm von der Natur verliehenen Formen zu verschönern, sei es durch äusseren Schmuck, sei es durch künstlich hervorgerufene Veränderungen einzelner Organe. Wohl existirt schon bei niedrigen Racen eine rein absichtslose Freude am Schönen. Unzweifelhaft hat aber der künstlerische Trieb sich mächtig entwickelt und gesteigert durch das Bedürfniss der Geschlechter, sich anzuziehen. Nichts ist belehrender, als bei den verschiedenartigen Völkern zu vergleichen, was für schön gilt und was bei dem anderen Geschlechte anziehend wirkt. Die Fettpolster auf dem Gesäss der Hottentottenweiber, die durch Mästung herbeigeführte Fettleibigkeit des ganzen Körpers bei den Weibern der südnubischen Völker, die Tätowirung der Indianer, die geschwärzten Zähne der Malayen, die verkrüppelten Füsse der Chinesinnen, die verschiedenartigen Lippen-, Nasen- und Ohrenringe, die Bärte und die Schnürbrust sind einzelne Beispiele aus der Fülle mannigfaltiger Mittel, die zur Befriedigung des Schönheitstriebes dienen. Erst dem feingebildeten Menschen bleibt es vorbehalten, in der schmucklosen unveränderten und unverhüllten Form, wie sie sich in den Gestalten einer Praxitelischen oder Titianischen Venus darstellt, die herrlichste Verkörperung menschlicher Schönheit zu erblicken. Doch mit dem Reize der formalen Schönheit verknüpft sich bei den Culturvölkern, bei denen nach und nach dem Weibe eine höhere Stellung verliehen worden ist, das Wohlgefallen an dem inneren geistigen Leben der Seele. Die geschlechtliche Zuneigung wird zu der Liebe, in welcher sich mit dem leis verhüllten und doch rastlos waltenden Geschlechtstriebe die reinste Freude an der seelischen Uebereinstimmung der Geschlechter untrennbar zu einem mächtigen, herrlichen Gefühl verbindet.

Diese Liebe, im Zaubergewande der Poesie von den Dichtern aller Zeiten besungen, tritt im wirklichen Leben uns nur relativ selten rein entgegen. Vielmehr mischt sich ihr ein anderer Trieb bei, den der Mensch aus dem Thierreich übernommen hat, der Trieb beider Geschlechter, zusammenzuleben, um gemeinsam für die Nachkommenschaft zu sorgen und damit eine Ehe einzugehen. Bei fast allen Thieren von den Schwämmen bis zu den Reptilien sorgt allein das Weibchen

für die Nachkommen, indem es die Eier an nahrungsreichen, für die Jungen günstigen Stätten legt, oder indem es die Jungen in der ersten Zeit in seinem Leibe ernährt. Das Männchen verhält sich nach der Befriedigung des Geschlechtstriebes ganz gleichgültig und theilnahmlos. Nur in seltenen Fällen hilft das Männchen mit, so z. B. bei einzelnen Fischarten, dem Stichling, ferner dem Seepferdchen, bei dem das Männchen die Eier in einer besonderen Tasche ausbrütet. Die ersten Anfänge der Ehe bemerken wir bei einzelnen Reptilien; eine viel höhere Ausbildung erreicht sie bei den Vögeln, die auch bereits die beiden Hauptformen der Ehe, die Monogamie und die Polygamie, zeigen, welche noch weiter entwickelt das sociale Leben aller Menschenracen beherrschen. WESTERMARCK hat neuerdings mit Erfolg den Nachweis versucht, dass die Monogamie die ursprüngliche Form menschlicher Ehe gewesen sei, dass sie sich von der monogamen Ehe der anthropoiden Affen, wie des Gorilla, des Chimpanse, herleite. Thatsächlich ist aber die Polygamie, und zwar in Form der Vielweiberschaft, auf der Erde sehr verbreitet. Damit hängt es zusammen, dass die Gattenliebe gar nicht so häufig auf der Erde, vielen Völkern ganz unbekannt ist, während die Liebe von Mutter und Kind bei allen Völkern zu allen Zeiten als mächtiger Naturtrieb waltet. Selbst bei den Culturvölkern, bei denen die Ehe durch Recht, Sitte und Religion geregelt und geheiligt ist, spielt die Zuneigung der sich vermählenden Individuen so oft gar keine Rolle. Um so edler und menschenwürdiger erscheint die Ehe der fürs Leben durch Liebe verbundenen Gatten.

Die monogame Form der Ehe hat zur Voraussetzung, dass die beiden Geschlechter ziemlich in gleicher Anzahl vorhanden sind. Das trifft im Allgemeinen auch zu, gilt ebenso für viele Pflanzen und Thiere ohne Ehe, während andererseits extreme Fälle von grossem Ueberschuss des einen oder des anderen Geschlechtes nicht fehlen. Das Zahlenverhältniss, in dem die beiden Geschlechter stehen, hängt in erster Linie von der Menge ab, in der sie erzeugt werden; es kann nach der Geburt durch verschiedenartige Einflüsse verändert werden. Schon das Alterthum, ebenso das Mittelalter interessirte sich in hohem Grade für die Frage, von welchen Umständen das Geschlecht

der Kinder abhängig sei. Man suchte nach einer Methode, es willkürlich zu bestimmen. Die alten Römer wie die Juden des Talmud, die Araber des Mittelalters, zahlreiche Gelehrte bis auf die neueste Zeit haben verschiedenartige, meist sehr sonderbare Vorschriften gegeben, um die Geburt eines Knaben — denn das war immer die Hauptsache — herbeizuführen. Die heutige Wissenschaft steht auf einem sehr skeptischen Standpunkt dabei. Sie beruft sich nicht bloss auf die negativen Resultate aller solcher Vorschläge, sie stützt ihren Zweifel auf die wichtige Thatsache, dass das Verhältniss von Knaben- und Mädchengeburten ein ganz bestimmtes ist. Wenn durch grosse Zahlen die kleineren individuellen Abweichungen zum Verschwinden gebracht werden, so ergiebt sich, dass auf 100 Mädchen circa 106 Knaben geboren werden. Eine solche Gesetzmässigkeit des Verhältnisses, nur in anderen Zahlen, zeigt sich auch bei Pferden, Schafen, Fröschen; sie tritt ebenso auf bei diöcischen Pflanzen. So wies HEYER nach, dass z. B. beim Bingelkraut auf 100 Weibchen 106 Männchen kommen, also merkwürdiger Weise genau wie beim Menschen.

Die scheinbar einfachste Auffassung würde in der Annahme bestehen, dass ein inneres Gesetz jeden Organismus nöthigt, die Geschlechter in bestimmtem Zahlenverhältnisse zu erzeugen. Dafür könnte sprechen, dass die oft gemachten Angaben über den directen Einfluss der Aussenwelt auf die Geschlechtsentstehung vor einer strengen Kritik nicht Stand halten können. Die sorgfältigen Versuche von HEYER ergaben, dass bei diöcischen Pflanzen unter wechselnden äusseren Bedingungen das Verhältniss constant bleibt, dass alle früheren gegentheiligen Angaben unrichtig sind. Dazu kommt, dass die Experimente mit Thieren, die statistischen Untersuchungen für den Menschen einen Wirrwarr widerspruchsvoller Thatsachen und Theorieen ausmachen. Auf der anderen Seite ist die Annahme eines solchen inneren Gesetzes im Grunde nichts weiter als eine durchsichtige Verschleierung unseres Nichtwissens. Man möchte dann schon lieber zu der Hypothese DÜSING's greifen, welcher eine durch Zuchtwahl erworbene nützliche Eigenschaft jedes Organismus annimmt, das für seine Fortpflanzung günstige Verhältniss der Geschlechter zu erzeugen. Die Regulirung,

wobei das Verhältniss um einen bestimmten, stets wiederkehrenden Zahlenwerth schwankt, denkt DÜSING sich dadurch herbeigeführt, dass jeder Mangel an Individuen des einen Geschlechts eine Mehrgeburt des anderen bewirkt. Die bekannten Thatsachen lassen sich nun keineswegs dadurch erklären; vor allem leidet diese Hypothese, wie die Mehrzahl aller anderen, daran, dass sie das Problem zu wenig allgemein anfasst. Die Grundfrage lautet: welche physiologischen Unterschiede existiren zwischen den Geschlechtern? Dabei ist es zunächst weniger wichtig, ob diese sich in einem Individuum oder auf zwei Individuen vertheilt finden. Für die Untersuchung dieser Frage werden durchaus nicht alle Organismen gleich passend sein. Nur solche werden uns Aufschluss geben können, bei denen das Geschlecht in bestimmter Abhängigkeit von bekannten Bedingungen der Aussenwelt steht. Wir müssen in der That nach Organismen suchen, bei denen die Bestimmung des Geschlechtes willkürlich, dabei vollkommen exact gelingt. Ist es bei einzelnen Organismen gelungen, so folgt nicht daraus, dass der Versuch bei anderen Arten in der gleichen Weise vor sich gehen werde. Wohl aber haben wir damit die erste Grundlage gewonnen, von der aus die Erkenntniss der physiologischen Geschlechtsunterschiede sich erheben kann, auch für solche Organismen, deren Geschlechtsbildung unabhängig von der Aussenwelt sich vollzieht. Augenblicklich kann man nur einige Angriffspunkte bezeichnen, von denen aus die Physiologie der Geschlechtsbildung sich Bahn brechen muss.

Bei einer niedrigen Fadenalge Vaucheria finden sich scheinbar gesetzmässig ein männliches und ein weibliches Organ (nicht selten auch 2 weibliche) dicht neben einander. Mit Hülfe verdünnter Luft oder höherer Temperatur gelang es mir, diese Gesetzmässigkeit zu überwinden, das weibliche Organ zu unterdrücken, an seine Stelle 2 oder noch mehr männliche Organe hervorzurufen. Aus dem Zwitterfaden entstand ein rein männlicher Faden. Man wird sagen, dass es sich hierbei um eine krankhafte Erscheinung handle. Das ist zunächst gleichgültig; das Wesentliche bleibt, dass gegenüber bestimmten äusseren Bedingungen männliches und weibliches Organ sich verschieden verhalten. Bei den Farnkräutern entwickelt sich aus den Sporen

der fruchtbaren Blätter die kleine laubartige Geschlechtsgeneration, das Prothallium, auf dem Organe von beiden Geschlechtern sich bilden. Theils durch Entziehung gewisser salziger Nahrungsstoffe (nach PRANTL), theils durch Cultur in schwachem Lichte (nach eigenen Beobachtungen) kann mit grösster Sicherheit das weibliche Organ unterdrückt werden, so dass rein männliche Prothallien erzeugt werden. Unter besonderen, noch nicht klar erkannten Umständen können aber auch rein weibliche Prothallien gewonnen werden. Es ist gewiss kein Zufall, sondern stimmt mit anderen bekannten Thatsachen überein, dass für die Erzeugung des weiblichen Organes eine grössere Gunst äusserer Umstände herrschen muss, während das männliche Organ auch unter viel ungünstigeren Verhältnissen entstehen kann. Für die höheren Pflanzen sind trotz vielfältiger Versuche noch keine sicheren Resultate erlangt worden; aber dass solche überhaupt nicht gewonnen werden sollten, wie HEYER glaubt, ist höchst unwahrscheinlich. Wir sehen, dass bei manchen Zwittern eine Verkümmerung des einen oder anderen Geschlechtes eintritt. Alle diöcischen Pflanzen, wie Weiden, Hanf, Nesseln, zeigen ab und zu Zwitterblüthen. Solche Fälle werden gewöhnlich als pathologische Merkwürdigkeiten bei Seite gelegt, als ob die Pathologie noch immer ein Raritätencabinet vorstelle, während sie doch ein Zweig der allgemeinen Physiologie ist. Bestimmte physiologische Ursachen müssen solche Anomalieen veranlasst haben; warum sollten nicht Einflüsse der Aussenwelt die Ursachen sein und als solche erkannt werden?

Für die niederen Thiere existiren keine Untersuchungen über die Ursachen des Geschlechtes, obwohl sie gerade geeignete Objecte dafür sein werden. In neuerer Zeit hat NUSBAUM beobachtet, dass die zwittrigen Süsswasserpolypen unter nicht näher bekannten Umständen rein weiblich geworden waren. Einige Krebse und besonders die Insekten haben für die Frage stets grosse Bedeutung gehabt. Bei den Daphniden z. B. unter den Krebsen glaubte man zu beobachten, dass die Männchen durch ungünstige äussere Umstände, wie Nahrungsmangel, Kälte, Trockenheit, hervorgerufen werden. Doch die vielen Versuche WEISMANN's haben in dieser Richtung

keinen Erfolg gehabt, und er schreibt die Entstehung des Geschlechtes ausschliesslich inneren Ursachen zu. Keine andere Klasse bietet so mannigfache Formen der Geschlechtsvertheilung wie die der Insekten, und für diese ist seit LANDOIS mehrfach ein directer Einfluss der Aussenwelt auf die Geschlechtsbildung angenommen worden. Allein wirklich entscheidende Versuche wurden nicht gemacht, und es waltet die Meinung vor, dass das Geschlecht bei den Insekten bereits im Ei bestimmt sei. Immerhin weisen eine Reihe merkwürdiger Erscheinungen darauf hin, dass äussere Umstände bei der Geschlechtsentstehung mitwirken. Bei manchen Schmetterlingen vermögen die unbefruchteten Eier, wie SIEBOLD nachwies, sich zu entwickeln, und zwar zu Weibchen. Die Männchen sind bei Arten wie Psyche helix äusserst selten; bei Solenobia sind sie ab und zu in grösserer Menge vorhanden, sie treten aber in beiden Fällen erst nach mehreren Weibchen-Generationen auf. Wenn nun aus solchen unbefruchteten Eiern meist Weibchen, zeitweise aber auch Männchen entstehen, so ist es höchst wahrscheinlich, dass hierfür die Aussenwelt entscheidend sei, dass Versuche in dieser Richtung Erfolg hätten. Das gilt auch für die Bienen, für welche DZIERZON und SIEBOLD nachgewiesen haben, dass die befruchteten Eier sich zu Königinnen oder bei schlechter Ernährung zu Arbeitern, die unbefruchteten Eier sich zu Männchen, den Drohnen, entwickeln. Hier entscheidet also der Mangel oder das Hinzutreten eines Spermatozoon über das Geschlecht. Für die physiologische Untersuchung würden besonders die Bienenzwitter werthvoll sein, welche sich in manchen Stöcken in grosser Menge ausbilden. Durch Versuche müsste zu entscheiden sein, worin die Ursachen für diese Zwitterbildung liegen, ob in der verspäteten Befruchtung, wie LEUCKART meint, oder in besonderen Ernährungsverhältnissen u. s. w.

Unter den Wirbelthieren sind Experimente über die Geschlechtsentstehung bei Fröschen angestellt worden; doch den Resultaten BORN's widersprechen diejenigen PFLÜGER's. Für die Hausthiere behauptete THURY, dass das Alter des Eies von Bedeutung für das Geschlecht sei, so dass am Anfange der Brunst belegte Kühe mit relativ jungen Eiern Kuhkälber,

später belegte mit älteren Eiern Stierkälber erzeugen. Die verschiedenartigen Versuche über diese Hypothese ergaben widersprechende Resultate. Noch viel schwieriger und unsicherer ist die Lösung der Frage für den Menschen, da der einzige Weg der Untersuchung durch die Statistik gegeben wird, welche an und für sich bei dem verwickelten Problem mit äusserster Vorsicht zu gebrauchen ist und im besten Falle gewisse Thatsachen festzustellen, aber nicht zu erklären vermag. Es ist nicht möglich, auf die zahlreichen Hypothesen einzugehen, die sich alle darin gleichen, dass sie auf schwankendem Grunde stehen. Doch ist die wichtige Thatsache hervorzuheben, dass das Verhältniss von 100 Mädchen und 106 Knaben nicht auf einem inneren Gesetz des Organismus beruhen kann, dass vielmehr bestimmte physiologische Erscheinungen das Verhältniss regelmässig verändern können. Das beweist die von AHLFELD zuerst erwähnte und vielfach bestätigte Thatsache, dass ältere Erstgebärende überwiegend Knabengeburten hervorbringen, und ferner die andere von PLOSS, DÜSING u. A. herangezogene Thatsache, dass bei Zwillingsgeburten die Gleichgeschlechtlichkeit überwiegt, nicht nur dort, wo die Zwillinge aus einem Ei, sondern auch wo sie aus zwei Eiern entstanden sind. In dem einen Fall sind es die besonderen physiologischen Zustände des Geschlechtsorgans einer älteren Erstgebärenden, im anderen Fall die gleichartigen Umstände, unter denen Zwillinge entstehen, welche dahin wirken, das sonst so constante Verhältniss der beiden Geschlechter umzuändern. Das regelmässige Ueberwiegen des männlichen Geschlechtes muss zunächst darin begründet sein, dass die für seine Entstehung charakteristischen physiologischen Ursachen durchschnittlich etwas häufiger eintreten als die für das weibliche Geschlecht, und hierfür könnte eine Art Disposition maassgebend sein, die bei der Entstehung der Eier oder der Spermatozoen oder gleichzeitig beider wirkt und welche bis zu einem gewissen Grad, aber nicht unabänderlich fest vererbt wird. Als ein Racenmerkmal wird man es auffassen müssen, wenn die Juden in Deutschland, unter denselben Verhältnissen lebend wie die Deutschen, doch auf 100 Mädchen 111 Knaben hervorbringen — eine Thatsache, die

man vergeblich durch äussere Umstände, wie die strenge Befolgung mosaischer Vorschriften etc., hat erklären wollen.

Mit der Unkenntniss von den Ursachen der Geschlechtsentstehung hängt auch die unsichere Beantwortung der Frage zusammen, in welchem Zeitpunkte das Geschlecht bestimmt wird. Die drei möglichen Fälle, dass die Bestimmung vor der Befruchtung oder im Augenblicke der Befruchtung oder nach dieser erfolgt, finden wir in Form von Hypothesen ebenso oft behauptet wie bestritten. Wahrscheinlich kommen alle drei Fälle bei den Organismen vor. Bei dem merkwürdigen Wurm Dinophilus apatris bildet das Weibchen nach KORSCHELT vor der Befruchtung bereits zweierlei Eier: grössere, die zu Weibchen, kleinere, die zu Männchen werden. Bei den Farnkräutern wird lange nach der Befruchtung erst das Geschlecht entschieden. Für die höheren Thiere und den Menschen waltet im Augenblicke die Ansicht vor, dass im Moment der Vereinigung von Ei und Spermatozoon das Geschlecht bestimmt wird. Dann fragt es sich, welchem der beiden Erzeuger die wichtigere Rolle dabei zufalle. In der Art der Antwort auf diese Frage spiegeln sich die im Laufe der Zeiten wechselnden Anschauungen über den Werth von Mann und Weib wieder. Heutzutage werden wir sagen, dass beide Erzeuger gleich viel zur Entscheidung beitragen können; wir dürfen mit DÜSING annehmen, dass jedes Geschlecht dahin strebt, das ihm entgegengesetzte hervorzubringen. Im Augenblicke der Befruchtung entscheidet sich der Sieg für das stärkere, ohne dass wir verstehen, worauf diese Stärke und damit der Sieg beruhe. In dem Kampfe der beiden Erzeuger werden jedenfalls die physiologischen Bedingungen, unter denen vorher die Geschlechtszellen gestanden haben, sehr bedeutsam sein. Daher liegt ein richtiger Gedanke der von JANKE empfohlenen Methode der Knabenerzeugung zu Grunde, wonach zur Erreichung des Zweckes der Mann durch unzureichende Ernährung in seiner Geschlechtssphäre geschwächt, das Weib durch stärkere Ernährung gekräftigt werden soll. Wenn auch die Versuche des amerikanischen Züchters FIQUET, auf die JANKE sich beruft, von diesem selbst nicht als beweiskräftig bezeichnet werden, wenn auch diese Methode praktisch von keinem Erfolge sein wird,

so weist sie doch nach meiner Ansicht auf einen richtigen Weg hin für das interessante Experiment an Thieren und Pflanzen, durch bestimmte äussere Einwirkungen auf die Erzeuger einen Einfluss auf das Geschlecht des Erzeugten zu erhalten.

In den bisherigen Erörterungen wurde stets vorausgesetzt, dass die sich vereinigenden Geschlechtszellen oder Individuen ein und derselben Species angehören, also infolge Uebereinstimmung in allen wesentlichen Charakteren mit einander verwandt sind. Der Begriff der Verwandtschaft, bei der eine geschlechtliche Zeugung möglich ist, muss indessen nach der einen Seite erweitert, nach der anderen eingeschränkt werden. Auch Geschlechtszellen, die verschiedenen Arten angehören, vermögen sich zu vereinigen; das Product einer solchen Befruchtung nennen wir Bastard. Bei den Pflanzen finden sich solche Bastarde gar nicht selten in der freien Natur, eine noch grössere Rolle spielen sie in der Gärtnerei, wo durch Bastardirung verschiedenartiger Nelken, Pelargonien, Orchideen etc. neue schönblühende Mischformen erzeugt werden. Bastarde werden im Allgemeinen nur von solchen Arten erhalten, welche sich systematisch nahe stehen, derselben Gattung angehören, seltener von Arten verschiedener Gattungen, nie von solchen, die verschiedenen Familien angehören. Je grösser die systematische Verwandtschaft, um so fruchtbarer ist, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, die Verbindung und später auch ihr Product, der Bastard selbst. Bei den Thieren sind die Bastarde viel weniger zahlreich, weil der Mangel der geschlechtlichen Anziehung die Vermischung erschwert. Doch kennt man Bastarde zwischen Hund und Wolf, Löwe und Tiger, Pferd und Esel u. s. w. Die Mehrzahl solcher thierischen Bastarde zeichnet sich durch Unfruchtbarkeit aus. Bei dem Menschen, bei dem nur Varietäten einer Species, die Racen, in Betracht kommen, ist Bastardirung zwischen allen, auch den verschiedenartigsten Völkern beobachtet worden, wenn auch der Grad der Fruchtbarkeit einer solchen Verbindung wechselt. So gelten die Ehen zwischen Europäern und Australnegern für wenig fruchtbar, während solche zwischen Europäern und Hottentottenweibern fruchtbarer sein sollen als zwischen Hottentotten unter sich.

Noch auffallender als diese Befruchtungsfähigkeit verschie-

denartiger Organismen ist die Thatsache, dass innerhalb ein und derselben Art eine zu nahe Verwandtschaft der geschlechtlichen Vereinigung sich entgegenstellt. Infolge eines allgemeinen Instinctes pflegen sich die Glieder einer Familie bei den Culturvölkern nicht zu vermischen. Die Abneigung, ja der Abscheu gegen die Blutschande oder Inzucht ist, wie WESTERMARCK sehr ausführlich nachgewiesen hat, bei allen Völkern der Erde verbreitet, wenn auch die Ansichten über den erlaubten Verwandtschaftsgrad weit auseinander gehen. Mit seltenen Ausnahmen sind die Ehen zwischen Eltern und Kindern verboten, und nur wenige Racen, wie die tiefstehenden Veddas auf Ceylon, gestatten regelmässig Geschwisterehen, welche ferner heute noch in den Herrscherfamilien von Siam, Birma sich finden, wie einst bei den Inkas von Peru, den Ptolomäern von Aegypten. Manche Völker sind sogar strenger als die Europäer, so z. B. die Ostafrikaner, bei denen bis zum 7. Grade verwandte Personen nicht heirathen dürfen. Wie tief die Abneigung gegen Verwandtenheirath bei niederen Racen wurzeln kann, zeigt sich nach den Angaben WESTERMARCK's in den religiösen Anschauungen der kalifornischen Nischnamis. Diese glauben, dass bei Erschaffung der Welt gleich zwei Menschenpaare entstanden seien, so dass die Vermehrung durch Blutschande vermieden wurde — ein Gedanke, der der jüdischen Mythe von Adam und Eva ferngelegen hat.

Die Anthropologen haben durch verschiedene Hypothesen diese Abneigung gegen Inzucht zu erklären versucht; doch handelt es sich hierbei, wie zuerst DARWIN hervorgehoben hat, um eine ganz allgemeine Erscheinung in der Natur. Nur bei tiefstehenden Algen (Chlorochytrium, Hydrodictyon) sind die Geschlechtszellen wirklich Schwesterzellen, die, kaum durch Theilung aus derselben Mutterzelle entstanden, sich gleich vereinigen. Bei anderen Algen ist für die Befruchtung nothwendig, dass die Geschlechtszellen verschiedenen Zellgenerationen, anderen Organen desselben Individuums oder besonderer Individuen entstammen, selbst wenn der Gegensatz von Männlich und Weiblich in diesen Zellen noch gar nicht ausgedrückt ist. So ist also die Abneigung gegen die Vermischung zu nahe verwandter Zellen früher ausgebildet, als der Unterschied

von Männlich und Weiblich. Da das Vorhandensein beider Organe auf einem Individuum unzweifelhaft grosse Vortheile für die Sicherung der Befruchtung darbietet, sehen wir die Zwitterbildung so weit verbreitet. Von hohem Interesse ist es nun, dass Einrichtungen sich ausgebildet haben, die eine Selbstbefruchtung des Zwitters, d. h. den stärksten Grad der Inzucht zu vermeiden streben oder wenigstens zeitweise Kreuzbefruchtung verschiedener Blüthen gestatten. Es giebt allerdings eine Anzahl Pflanzen mit nie sich öffnenden, stets sich selbst befruchtenden Blüthen; dieselben Pflanzen aber besitzen ausserdem andere, sich öffnende und der Kreuzung zugängliche Blüthen, wie z. B. die Veilchen. Auch bei Pflanzen, wie Oryza clandestina, Salvia cleistogama, die wesentlich durch Selbstbefruchtung sich fortpflanzen, hat man ab und zu offene Blüthen beobachtet. Von solchen Pflanzen finden sich alle möglichen Uebergänge bis zu dem anderen Extrem, das einige Orchideen, Oncidium-Arten darbieten, bei denen der Pollen der eigenen Blüthe vollkommen impotent ist, ja sogar giftig auf das weibliche Empfängnissorgan, die Narbe derselben Blüthe, einwirkt. Schon am Ende des vorigen Jahrhunderts entdeckte der Conrector L. SPRENGEL die mannigfaltigen Einrichtungen, durch welche die Selbstbefruchtung der Blüthenpflanzen beschränkt, die Kreuzung verschiedener Individuen befördert werden. Eines der wirksamsten Mittel dafür besteht in der ungleichzeitigen Reife der Geschlechtsorgane derselben Blüthe, so dass diese zuerst rein männlich, später rein weiblich oder umgekehrt sich verhält. Bei den thierischen Zwittern findet meistens eine Kreuzbefruchtung zweier Individuen statt, so bei den Blutegeln, der Weinbergschnecke. Andere Zwitter, wie die Tunicaten, zeigen wie die höheren Pflanzen eine verschiedene Reifezeit der Geschlechtsorgane, und auch bei den gewöhnlich sich selbst befruchtenden Bandwürmern liegt die Möglichkeit offen, dass ab und zu eine Kreuzung erfolgt.

Bei allen Organismen mit getrennten Geschlechtern vereinigen sich stets zwei Individuen. Es bilden sich nun Instincte aus, die einer Vermischung naher Blutsverwandten entgegenwirken. Nur selten sind wir bisher mit den Lebensverhältnissen der Thiere so vertraut, um sagen zu können, in welchem Grade

Inzucht vermieden wird. Doch gehört hierher die bekannte Thatsache, dass eine Bienenkönigin sich nicht in ihrem Stock befruchten lässt, sondern ins Freie eilt, wo sie von fremden Drohnen befruchtet werden kann. Noch auffallender zeigt es sich nach SEITZ bei Wespen, zahlreichen Schmetterlingen, bei denen aus derselben Brut zuerst sich Männchen, später Weibchen ausbilden, so dass eine Befruchtung der Geschwister vermieden wird. Beim Menschen haben wir eine ganz allgemeine Abneigung gegen Inzucht kennen gelernt. Von den verschiedenen Erklärungsversuchen ist anscheinend derjenige WESTERMARCK's sehr einleuchtend, der in dem engen Zusammenleben innerhalb einer Familie den nächsten Grund dafür ansieht. Für diese Annahme würde in der That sprechen, dass Geschwister, die unter fremden Verhältnissen und ohne Ahnung ihrer Blutsverwandtschaft aufgewachsen sind, nicht immer eine solche Abneigung zeigen. Der tragische Conflict zwischen der hell auflodernden Leidenschaft solcher Geschwister und dem Sittengesetz ist oft von Dichtern behandelt worden. Warum aber erzeugt das enge Zusammenleben selbst bei tiefstehenden Völkern eine solche Abneigung gegen die Inzucht? Wir wissen es nicht, wir kennen nicht die Ursachen für die Abneigung nahe verwandter Geschlechtszellen bei den einfachsten Algen, noch viel weniger die innersten Gründe für das Verhalten des Menschen. Aussichtslos sind daher alle Bemühungen, für diesen allein eine Erklärung zu finden; sie muss die gesammte Organismenwelt umfassen. Heute erscheint als der einzige Rettungsanker in der Erklärungsnoth die DARWIN'sche Theorie, nach der durch natürliche Zuchtwahl diese Abneigung zur Entwickelung gebracht worden ist, weil die Inzucht für die Vermehrung der Organismen schädlich ist. Allerdings ist in Wirklichkeit der Schaden fortgesetzter Inzucht gar nicht sehr auffallend, im besten Falle zeigt er sich erst nach vielen Generationen und auch dann nur, wenn andere Verhältnisse, geringer Wechsel der äusseren Bedingungen, Vererbung von Krankheiten, ungünstige Ernährung u. s. w. mitwirken. Grösser als der unmittelbare Nachtheil der Inzucht wird aber der Vortheil der Kreuzbefruchtung sein. Die Experimente DARWIN's ergeben, dass für dieselbe Pflanzenart eine Kreuzbefruchtung

gegenüber Selbstbefruchtung sehr förderlich wirkt, sowohl was die Menge der erzeugten Samen, als was die Kräftigkeit der Keimlinge betrifft. Die Erfahrungen der Thierzüchter sprechen ebenfalls für einen fördernden Einfluss der Kreuzungen von Individuen, die nicht verwandt oder, was mindestens ebenso wichtig ist, nicht unter denselben Bedingungen aufgewachsen sind, so dass sie eine verschiedenartige Constitution besitzen. Um diese Kreuzung verschiedener Individuen zu erreichen, treibt bei dem Menschen unbewusst der launische Liebesgott so oft entgegengesetzte Naturen zusammen, die Grossen und Kleinen, die Blonden und Braunen, die Lebhaften und die Ruhigen, wie schon SCHOPENHAUER in seiner Metaphysik der Geschlechtsliebe es so trefflich geschildert hat. Wir werden mit DARWIN, SPENCER u. A. den Hauptvortheil der geschlechtlichen Befruchtung gegenüber der ungeschlechtlichen darin sehen, dass zwei Geschlechter sich vermischen, die durch verschiedene Herkunft und durch individuelle Unterschiede in ihrer ganzen Organisation ausgezeichnet sind.

Die Frage nach der Bedeutung, dem Wesen der Sexualität wird gerade in neuester Zeit mit lebhaftestem Interesse besprochen im Zusammenhange mit der ebenso wichtigen Frage nach dem Wesen der Vererbung. Besonders haben die Forschungen von Botanik und Zoologie über die feineren Vorgänge bei der geschlechtlichen Vereinigung neuen Anstoss gegeben. Wir können ausgehen von der aus Theorie und Praxis sich ergebenden Anschauung, dass Vater und Mutter durchschnittlich gleich viel zur Bildung des Kindes beitragen. Nur ein Theil der dem Kinde übergebenen Eigenschaften, seien es mehr die mütterlichen oder die väterlichen, kann sich im Kinde entfalten; ein anderer Theil bleibt in ihm unentwickelt und tritt oft erst in den nächsten Generationen zu Tage. Die Summe der erblichen Anlagen ist in den Geschlechtszellen concentrirt, und man denkt sie sich an eine bestimmte Substanz, die Vererbungssubstanz, das Idioplasma NAEGELI's, gebunden. Wenn Vater und Mutter gleich viel beitragen, so wird auch die Vererbungssubstanz der männlichen und weiblichen Zelle der Quantität nach gleich sein. Seit OSCAR HERTWIG wird vielfach angenommen, dass der Träger dieser wichtigsten Substanz

ein Organ der Zelle, der Zellkern sei. Bei jeder Vereinigung zweier Geschlechtszellen verschmilzt in der That unter sehr eigenartigen Erscheinungen der Kern der männlichen mit dem Kern der weiblichen Zelle, und man stützt sich besonders darauf, dass die Spermatozoen der Hauptmasse nach aus dem Zellkern bestehen. Andere Forscher legen dem neu entdeckten Centralkörperchen die grössere Bedeutung bei. Doch scheint auch heute noch die Ansicht am richtigsten, nach der Zellplasma, Kern und Centralkörperchen eine Einheit bilden, in deren jedem Gliede Vererbungssubstanz sich finden muss.

Werden nun die Vererbungssubstanzen beider Eltern in gleicher Menge bei jeder Befruchtung dem Kinde übergeben, so fragt es sich, worin denn die Bedeutung des Unterschiedes von Männlich und Weiblich liege. Zwei principiell entgegengesetzte Anschauungen stehen sich in der Antwort auf diese Frage gegenüber. Nach der einen Ansicht, die bis heute vorgeherrscht hat, sind männliche und weibliche Vererbungssubstanzen ihrer inneren Natur nach verschieden, gleichsam einander entgegengesetzt, wie Säure und Basis. Man kann den Unterschied auch durch den Satz ausdrücken, dass dem weiblichen Element zur Weiterentwickelung Etwas fehlt, was das männliche besitzt und ihm bei der Vereinigung übergiebt — ein alter Gedanke des ARISTOTELES, nach welchem das Weib den Stoff für den neuen Keim, der Mann den Anstoss zur Bewegung des Stoffes und damit die eigentliche Seele liefert.

Die andere Anschauung, die von NUSSBAUM, STRASBURGER, WEISMANN vertheidigt wird, hält die beiden Vererbungssubstanzen auch ihrer Qualität nach für gleich, so dass ein anderer Gegensatz nicht existirt als ein rein individueller. Der thatsächlich zu beobachtende, so allgemeine Gegensatz der Geschlechtszellen betrifft nur Aeusserliches, ist eine secundäre Erscheinung; er hängt zusammen mit einer Arbeitstheilung, bei der das Männliche die Rolle des aufsuchenden, die Vereinigung herbeiführenden Elementes spielt, das Weibliche für die erste Ernährung des neuen Keimes sorgt. Immer mehr schliessen sich die Gelehrten dieser neuen Anschauung an, deren Richtigkeit zu beweisen wirklich bei niederen Pflanzen möglich ist. So gelang es mir bei einigen Algen (Cosmarium, Closterium)

die Vereinigung der beiden Geschlechtszellen, d. h. hier der zusammengezogenen, einander sich nähernden Zellinhalte zu verhindern und jeden für sich zur Fortentwickelung zu bringen. Jeder der beiden bildete für sich eine vollkommen gleich beschaffene Zelle, die dem sonstigen Product ihrer Vereinigung, der sog. Zygospore entsprach, nur dass sie um die Hälfte kleiner war. Der Versuch beweist die vollkommene Gleichheit beider Geschlechtszellen resp. ihrer Vererbungssubstanzen. Da nun die geschlechtliche Befruchtung im ganzen Reiche der Organismen in übereinstimmender Weise erfolgt, so wird man auch zu der Annahme genöthigt, dass sie überall ihrem Wesen und ihrer Bedeutung nach gleich sei.

Von diesem neu gewonnenen Standpunkt aus können wir sagen, dass die geschlechtliche Fortpflanzung in der Vermischung zweier, der Art und Bedeutung nach gleicher, nur individuell verschiedener Vererbungssubstanzen besteht, wodurch eine neue, eigenartige Individualität ins Leben gerufen wird. Der Gegensatz der Geschlechter, die allgemeinen Einrichtungen die Inzucht zu beschränken und Kreuzung verschiedenartiger Zellen herbeizuführen, wirken dahin, dass die individuellen Unterschiede der sich vermischenden Substanzen möglichst ausgebildet werden. Dadurch wird die geschlechtliche Befruchtung zu einem der mächtigsten und wirkungsvollsten Mittel, die Fortentwickelung der Organismen zu befördern. Wohl kann bereits bei ausschliesslich ungeschlechtlicher Vermehrung eine grosse Mannigfaltigkeit der Artbildung herrschen, wie die Bacterien zeigen; aber sie wird vermehrt, gesteigert, da durch die Vermischung zweier Individualitäten neue Modificationen und Variationen des Arttypus hervorgerufen werden, unter denen die natürliche Zuchtwahl mittelst des Kampfes ums Dasein eine Auslese treffen kann. Doch die Fülle mannigfaltiger, zu neuen Varietäten und Arten strebender Individualitäten wird noch erhöht. Denn die Geschlechtszellen eines Organismus sind nicht isolirte, unabhängige Gebilde. Sie nehmen fortwährend Antheil an den wechselnden Einflüssen, welche die Aussenwelt auf den Organismus ausübt, und halten einen Theil dieser Einflüsse fest, sie auf das Product ihrer Vereinigung übertragend. Denn man muss nach meiner Meinung an der von DARWIN, SPENCER, HAECKEL

u. A. vertretenen Idee festhalten, dass ein Theil der Aenderungen, welche der Organismus während des Lebens erleidet, auch den Nachkommen übergeben wird. Diese Vererbung erworbener Eigenschaften, diese Annahme, die durch WEISMANN und seine Anhänger so lebhaft bestritten wird, kann uns allein physiologisch verstehen helfen, wie jeder Organismus so wunderbar genau den Verhältnissen, unter denen er lebt, angepasst ist.

So führt die Lehre von der geschlechtlichen Befruchtung, die die mannigfaltigsten Wissensgebiete berührt, zu jener gewaltigen Frage nach den Ursachen der Bildung und Entwickelung der Organismen, zu jener Frage, die seit DARWIN's bahnbrechenden Werken nicht mehr aus unserem Gedankenkreis wird entschwinden können und welche mehr und mehr alle Wissenschaften in ihren Zauberbann hineingezogen hat. Diese Frage ist aber nur ein Theil des allgemeinen Problems über die Entstehung und Fortbildung der Erde, über das Warum und Wozu der ganzen Weltentwickelung. Deshalb erscheinen auch im Grunde alle Bemühungen, die Entwickelung der Organismen für sich allein zu erklären, als aussichtslos. Denn derselbe Trieb zur Entwickelung beherrscht die anorganische Natur, offenbart sich in überraschendster Weise in der Geschichte der Erde, ja wirkt sehr wahrscheinlich auch in der Welt der chemischen, anscheinend so unveränderlichen Elemente, die als Entwickelungsformen eines Urelementes zu erkennen seit langer Zeit ein Traum der Chemie ist. Doch bei diesen letzten und höchsten Fragen stehen wir am Rande einer unergründlichen Tiefe, die uns von dem nur als Fata morgana erscheinenden Lande der Erkenntniss trennt. Den Einen treibt's in heissem Verlangen zu immer neuen Versuchen, kühn mit Hülfe philosophischer oder religiöser Vorstellungen die Tiefe zu überfliegen; der Andere, wehmuthsvoller Entsagung ergeben, denkt nur daran, mühsam Schritt vor Schritt in die unendliche Tiefe hinabzudringen.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 1253

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Molisch, Dr. Hans, a. o. Professor an der technischen Hochschule in Graz, **Grundriss einer Histochemie der pflanzlichen Genussmittel.** Mit 15 Holzschnitten. 1891. Preis: 2 Mark.

—— **Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen.** Eine physiologische Studie. Mit einer farbigen Tafel. 1892. Preis: 3 Mark.

Schulz, Dr. August, **Grundzüge einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt Mitteleuropas seit dem Ausgang der Tertiärzeit.** 1894. Preis: 4 Mark.

Stahl, Dr. E., o. ö. Professor der Botanik an der Universität Jena, **Pflanzen- und Schnecken.** Eine biologische Studie über die Schutzmittel der Pflanzen gegen Schneckenfrass. 1889. Preis: 2 Mark 50 Pf.

—— **Ueber sogenannte Compasspflanzen.** Mit 1 Tafel. Zweite unveränderte Auflage. 1883. Preis: 75 Pf.

—— **Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter.** Mit 1 Tafel. 1883. Preis: 1 M. 50 Pf.

Strasburger, Dr. Eduard, o. ö. Professor der Botanik an der Universität Bonn, **Histologische Beiträge.**

Heft 1: **Ueber Kern- und Zelltheilung im Pflanzenreiche** nebst einem Anhang über Befruchtung. Mit 3 lithographischen Tafeln. 1888. Preis: 7 Mark.

Heft 2: **Ueber das Wachsthum vegetabilischer Zellhäute.** Mit 4 lithographischen Tafeln. 1889. Preis 7 Mark.

Heft 3: **Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen.** Mit 5 lithographischen Tafeln und 17 Abbildungen im Text. 1891. Preis: 24 Mark.

Heft 4: **Das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen, Schwärmsporen, Gamelen, pflanzliche Spermatozoiden und das Wesen der Befruchtung.** 1892. Mit 3 lithographischen Tafeln. Preis: 7 Mark.

Heft 5: **Ueber das Saftsteigen. — Ueber die Wirkungssphäre der Kerne und die Zellgrösse.** 1893. Preis: 2 Mark 50 Pf.

—— **Das kleine botanische Practicum für Anfänger.** Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik und Einführung in die mikroskopische Technik. Zweite umgearbeitete Auflage. Mit 110 Holzschnitten. 1893. Preis: 5 Mark, geb. 6 Mark.

—— **Das Protoplasma und die Reizbarkeit.** Rede zum Antritt des Rektorates der Rhein. Friedr.-Wilh.-Universität am 18. Oktober 1891. 1891. Preis: 1 Mark.

—— **Das botanische Practicum.** Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik für Anfänger und Geübtere. Zugleich ein Handbuch der mikroskopischen Technik. Mit 193 Holzschnitten. Zweite umgearbeitete Auflage. 1887. Preis: brosch. 15 Mark, geb. 16 Mark.

—— **Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen** als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. Mit 2 lithographischen Tafeln. 1884. Preis: 5 Mark.

—— **Ueber den Bau und das Wachsthum der Zellhäute.** Mit 8 Tafeln. 1882. Preis: 10 Mark.

—— **Zellbildung und Zelltheilung.** Dritte völlig umgearbeitete Auflage. Mit 14 Tafeln und 1 Holzschnitt. 1880. Preis: 15 Mark.

—— **Die Angiospermen und die Gymnospermen.** Mit 22 Tafeln. 1879. Preis: 25 Mark.

—— **Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen.** 1878. Preis: 1,60 Mark.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

von Tavel, Dr. F., Docent der Botanik am Eidgen. Polytechnikum in Zürich, **Vergleichende Morphologie der Pilze.** Mit 90 Holzschnitten. 1892. Preis: 6 Mark.

Vries, Hugo de, ordentlicher Professor der Botanik an der Universität Amsterdam, **Intracellulare Pangenesis.** 1889. Preis: 4 Mark.

Weismann, Dr. Aug., Professor der Zoologie an der Universität Freiburg i. Br., **Ueber die Dauer des Lebens.** Vortrag gehalten in der zweiten allgemeinen Sitzung der 54. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Salzburg am 21. September 1881. 1882. Preis: 1 Mark 50 Pf.

—— **Ueber die Vererbung.** Ein Vortrag. Zweite Auflage. 1892. Preis: 1 Mark 50 Pf.

—— **Ueber Leben und Tod.** Eine biologische Untersuchung. Zweite Auflage. 1892. Mit 2 Holzschnitten. Preis: 2 Mark.

—— **Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektionstheorie.** 1886. Preis: 2 Mark 50 Pf.

—— **Ueber die Zahl der Richtungskörper** und über ihre Bedeutung für die Vererbung. 1887. Preis: 1 Mark 50 Pf.

—— **Die Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung.** Zweite Auflage. 1892. Preis: 2 Mark 50 Pf.

—— **Ueber die Hypothese einer Vererbung von Verletzungen.** Mit 2 Holzschnitten. 1889. Preis: 1 Mark 20 Pf.

—— **Amphimixis** oder **Die Vermischung der Individuen.** Mit 12 Abbildungen im Texte. 1891. Preis: 3 Mark 60 Pf.

—— **Aufsätze über Vererbung und verwandte biologische Fragen.** Mit 19 Abbildungen im Text. 1892. Preis: 12 Mark.

Inhalt: Ueber die Dauer des Lebens (1882). — Ueber die Vererbung (1883). — Ueber Leben und Tod (1884). — Die Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung (1885). — Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektionstheorie (1886). — Ueber die Zahl der Richtungskörper und über ihre Bedeutung für die Vererbung (1887). — Vermeintliche botanische Beweise für eine Vererbung erworbener Eigenschaften (1888). — Ueber Hypothese einer Vererbung von Verletzungen (1889). — Ueber den Rückschritt in der Natur (1889). — Gedanken über Musik bei Thieren und beim Menschen (1889). — Bemerkungen zu einigen Tagesproblemen (1890). — Amphimixis oder die Vermischung der Individuen (1891).

—— **Das Keimplasma, eine Theorie der Vererbung.** Mit 24 Abbildungen im Text. 1892. Preis: 12 Mark.

Inhalt: Einleitung. A. Historischer Teil. B. Sachlicher Teil. **Erstes Buch:** Materielle Grundlage der Vererbungserscheinungen. Capitel I. Das Keimplasma. — **Zweites Buch:** Die Vererbung bei einelterlicher Fortpflanzung. Capitel II. Die Regeneration. — Capitel III. Vermehrung durch Theilung. — Capitel IV. Vermehrung durch Knospung. — Capitel V. Die idioplasmatische Grundlage des Generationswechsels. — Capitel VI. Die Bildung der Keimzellen. — Capitel VII. Zusammenfassung des zweiten Buches. — **Drittes Buch:** Die Vererbungserscheinungen bei geschlechtlicher Fortpflanzung. Einleitung. Wesen der sexuellen Fortpflanzung. Capitel VIII. Veränderung des Keimplasmas durch Amphimixis. — Capitel IX. Die Ontogenese unter der Leitung des amphimixotischen Keimplasmas. — Capitel X. Die Erscheinungen des Rückschlages, abgeleitet aus dem amphimixotischen Keimplasma. — Capitel XI. Dimorphismus und Polymorphismus. — Capitel XII. Zweifelhafte Vererbungserscheinungen. — **Viertes Buch:** Die Abänderung der Arten in ihrer idioplasmatischen Wurzel. Capitel XIII. Die vermeintliche Vererbung erworbener Eigenschaften. — Capitel XIV. Variation.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 1253

Ueber einige Probleme

der

Physiologie der Fortpflanzung

von

Dr. Georg Klebs,
Professor der Botanik in Basel.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer
1895.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Klebs, Dr. **Georg, Ueber das Verhältnis des männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur.** 1894. Preis: 80 Pf.

Büsgen, Dr. **M.**, Professor der Botanik an der Universität Jena. **Beobachtungen über das Verhalten des Gerbstoffes in den Pflanzen.** 1889. Preis 1 Mark 60 Pfg.

——— **Der Honigtau,** Biologische Studien an Pflanzen und Pflanzenläusen. Mit 2 lithographischen Tafeln. 1891. Preis: 3 Mark.

Detmer, Dr. **W.**, Professor an der Universität Jena. **Das pflanzenphysiologische Praktikum.** Anleitung zu pflanzenphysiologischen Untersuchungen für Studirende und Lehrer der Naturwissenschaften. Zweite völlig neu bearbeitete Auflage. Mit 184 Abbildungen. 1895. Preis: broschiert 9 Mark, gebunden 10 Mark.

——— **Vergleichende Physiologie des Keimungsprozesses der Samen.** 1880. Preis: 14 Mark.

——— **Pflanzenphysiologische Untersuchungen** über Fermentbildung und fermentative Prozesse. 1884. Preis: 1 Mark 20 Pf.

Düsing, Dr. phil. **Karl, Die Regulirung des Geschlechtsverhältnisses** bei der Vermehrung der Menschen, Thiere und Pflanzen. Mit einer Vorrede von Dr. W. Preyer, o. ö. Professor der Physiologie und Direktor des physiologischen Instituts der Universität Jena. 1884. Preis: 6 Mark 50 Pf.

Eimer, Dr. **C. H. Theodor**, Professor der Zoologie und der vergleichenden Anatomie zu Tübingen, **Die Entstehung der Arten** auf Grund von Vererben erworbener Eigenschaften nach den Gesetzen organischen Wachsens. Ein Beitrag zur einheitlichen Auffassung der Lebewelt. Erster Teil. Mit 6 Abbildungen im Text. 1888. Preis: 9 Mark.

Haberlandt, Dr. **G.**, Professor d. Botanik in Graz, **Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellenkerns bei den Pflanzen.** Mit 2 lithographischen Tafeln. 1887. Preis: 3 Mark 60 Pf.

Haussknecht, Professor **C., Monographie der Gattung Epilobium.** Mit 23 lithographischen Tafeln und 1 Verbreitungstabelle. 1884. Preis: 45 Mark.

Hildebrand, Dr. **E.**, Professor der Botanik an der Universität Freiburg i. Br., **Die Lebensverhältnisse der Oxalisarten.** Mit 5 lithographischen Tafeln und 5 Blatt Erklärungen. 1884. Preis: 18 Mark.

——— **Ueber einige Pflanzenbastardirungen.** Mit 2 lithographischen Tafeln. 1889. Preis: 4 Mark.

Leitgeb, Dr. **H**, Professor an der Universität zu Graz, **Mittheilungen aus dem botanischen Institute zu Graz.** Erstes Heft. Mit 5 lithographischen Tafeln. 1886. Preis: 8 Mark.

Inhalt: Dr. E. Heinricher, Die Eiweissschläuche der Cruciferen und verwandter Elemente in der Rhoeadinenreihe. Mit 3 Tafeln. — Dr. G. Pommer, Ein Beitrag zur Kenntniss der fadenbildenden Bacterien. Mit 1 Tafel. — H. Leitgeb, Krystalloïde in Zellkernen. — H. Leitgeb, Beiträge zur Physiologie der Spaltöffnungsapparate. Mit 1 Tafel.

Zweites Heft. Mit 4 lithographischen Tafeln und 3 Holzschnitten. 1888. 7 Mark.

Inhalt: A. Scherffel, Die Drüsen in den Höhlen der Rhizomschuppen von Lathraea squamaria L. Mit 1 Tafel. — H. Leitgeb, Der Gehalt der Dahliaknollen an Asparagin und Tyrosin. Mit 1 Tafel. — Dr. E. Heinricher, Beeinflusst das Licht die Organanlage am Farnembryo? Mit 3 Holzschnitten. — H. Leitgeb, Ueber Sphäride. Mit 2 Tafeln.

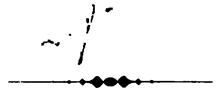
Ueber einige Probleme

der

Physiologie der Fortpflanzung

von

Dr. Georg Klebs,
Professor der Botanik in Basel.



Jena,
Verlag von Gustav Fischer
1895.

Die Rede wurde in der ersten allgemeinen Sitzung der Naturforscher-Versammlung am 16. September 1895 zu Lübeck gehalten; sie ist für den Druck in einigen Punkten umgearbeitet und erweitert worden.

An solchen Tagen, welche die Naturforscher Deutschlands zum lebhaftesten Gedankenaustausch vereinigen, wird das Bedürfnis rege, in dem gewaltigen Kampfe menschlicher Erkenntnis mit den dunkeln Mächten der Natur einen Augenblick stille zu halten, um ruhiger Betrachtung sich hinzugeben. Man wird entweder dazu neigen, einen Rückblick auf ein durch mühevolle Forschung durchwühltes Gebiet zu werfen, um das siegreich Erworbene zu überblicken, mit scharfer Prüfung das Sichere vom Unsicheren, das echt Leuchtende vom glitzernden Schein zu sondern; oder man wird einen Ausblick in weite schimmernde Fernen wagen, wo, in duftigen Nebel gehüllt, noch nie betretene reiche Fluren verheissungsvoll winken, die zu erreichen und zu erforschen jugendliche Kampfeslust ungestüm vorwärts drängt. Heute nun möchte ich mich der vorwärtsschauenden Betrachtung zuwenden und versuchen, ein Aussichtsbild zu entrollen von einer solchen fernen, aber zukunftsreichen Welt der Erscheinungen, die mit den tiefsten Fragen alles Lebens verknüpft ist — ich meine die der Physiologie der Fortpflanzung.

Unter den allen Organismen gemeinsamen Lebenseigenschaften erscheint die Fähigkeit, sich durch Keime irgendwelcher Art fortzupflanzen, als die letzte und höchste Funktion, der alle anderen Funktionen, wie Ernährung, Wachstum, Reizbarkeit, dienen müssen. Denn alles Lebens höchstes Ziel ist, neues Leben zu gebären. Durch die vorbereitende Thätigkeit der niederen Lebensfunktionen wird jeder Organismus erst in jenen Zustand starken Anschwellens aller inneren Kräfte ver-

setzt, zu jener höchsten Machtentfaltung geführt, die in der Erzeugung neuer Wesen gleicher Art ihren wahren Zweck erfüllt. Auf diesem Höhepunkte seines Lebens und Wirkens droht dem Organismus auch schon das Verhängnis seines Unterganges, da oft unmittelbar mit der Bethätigung seines Zeugungstriebes der Tod seiner Individualität verbunden ist, oder dieser nach kürzerer oder längerer Spanne Zeit ihn ereilt.

In staunenswerter Mannigfaltigkeit vollzieht sich der Prozess der Fortpflanzung im Tier- und Pflanzenreich, und seit Jahrhunderten ist die Wissenschaft bestrebt, des hier quellenden Reichtums Herr zu werden. Zunächst waren die gröberen Formverhältnisse, die auf den Bau der Zeugungsorgane sich beziehen, der Gegenstand lebhaften Interesses, weil sie sich auch für die Systematik sehr bedeutungsvoll erwiesen. Die Mannigfaltigkeit selbst in den Einzelheiten, z. B. im Bau der Blüten bei Phanerogamen, erlaubte bis zu den Species herab unterscheidende Merkmale zu finden. Zugleich kam auch der typische Charakter einer ganzen Formengruppe in der Art der Fortpflanzung am klarsten zum Ausdruck, so dass eine vergleichende Betrachtungsweise in dem bunten Gewirre der Formen die feinen verschlungenen Fäden der natürlichen Verwandtschaft zu verfolgen lehrte.

Einen neuen Aufschwung nahm die Lehre von der Fortpflanzung, als in der Mitte unseres Jahrhunderts die ganze Biologie durch die von SCHLEIDEN und SCHWANN angebahnte Zellentheorie von Grund aus umgewandelt wurde. Mit ihr verbunden und von ihr geleitet, trat die mikroskopische Forschung ihren Siegeszug an und führte in das bis dahin unbekannte Gebiet des feineren, inneren Baus der Organismen; durch sie wurde auch erst der Weg zur Erkenntnis der Fortpflanzung der niederen Tiere und Pflanzen geebnet, bei denen vielfach die wesentlichen Vorgänge der Zeugung unverhüllter vor Augen liegen als bei den höher stehenden Wesen, wo tief im Innern geheimnisvoll verborgen der Befruchtungsprozess vor sich geht. Jeder Fortschritt auf dem Gebiete des Zellenlebens wirkte von nun an anregend und befruchtend auf die Lehre von der Fortpflanzung ein. In den 60er Jahren wurde sie durch die von MAX

SCHULTZE zur Anerkennung gebrachte Anschauung gefördert, nach der das weiche schleimige Protoplasma in den Zellen die eigentlichen Triebkräfte des Lebens birgt; seit den 70er Jahren führte die durch STRASBURGER, BÜTSCHLI, FLEMMING u. a. erworbene Erkenntnis von der Bedeutung des kleinen, in jeder Zelle vorhandenen Zellkerns zu neuen Umwälzungen der Ansichten. Das merkwürdige Verhalten des Zellkerns bei der Teilung der Zelle, seine durch scharfsinnige Methoden erschlossenen feinen Strukturen, der experimentelle Nachweis seiner Bedeutung für wichtige Funktionen, alles drängte dazu, seine hervorragende Rolle klar zu legen. Das Interesse für ihn steigerte sich noch, als man erkannte, dass er bei der Befruchtung wesentlich beteiligt ist, und erreichte seinen Gipfelpunkt in der von O. HERTWIG ausgesprochenen und bald anerkannten These, dass bei der Vereinigung der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen es allein auf die Verschmelzung ihrer Zellkerne ankommt. Von diesem Standpunkte aus erscheinen die Zellkerne auch als die einzigen Träger der von den Eltern auf die Nachkommen vererbten Eigenschaften, und der Quelle dieser Voraussetzung entspringend, ergiesst sich ein heute noch immer wachsender Strom von lebhaft durcheinanderwirbelnden Hypothesen über das Wesen von Zeugung und Vererbung.

Doch man darf sich nicht darüber täuschen, dass dieser Strom den Vorwärtsstrebenden nicht zu den erwünschten Gefilden tieferer Erkenntnis bringt, sondern ihn bald auf den trockenen Sand des unbefriedigenden Zweifels wirft. Prüft man unbefangen diesen wichtigsten Satz der Zellkernlehre, so bemerkt man, dass er nicht mit zwingender Notwendigkeit aus den Thatsachen folgt. Denn bei allen Befruchtungserscheinungen der Pflanzen und wahrscheinlich auch der Tiere verschmelzen nicht bloss die Zellkerne, sondern auch stets die sie umhüllenden Protoplasmamassen. Auch rein theoretisch muss man annehmen, dass nur in dem Zusammenwirken von Zellkern und Protoplasma die Einheit des Zellenlebens begründet ist, dass beide Teile im vegetativen Leben wie bei der Fortpflanzung ein Ganzes bilden und notwendig zu einander ge-

hören. Das Protoplasma ist noch immer der dunkle Weltteil im Kleinen; nur mühsam gelingt es, neue Formbestandteile in ihm zu entdecken, wie in letzter Zeit das Centrosom, dessen besondere Bedeutung für die Fortpflanzung ebenso wenig klar liegt, wie die von Zellkern und Protoplasma. Die an und für sich so wertvollen und interessanten Ergebnisse der histologischen Forschungen können wohl im Augenblick durch ihren Reichtum blenden, aber sie erscheinen doch nur wie eine glänzende Schale um den unverändert dunkeln Kern des Zeugungsproblems.

Je mächtiger heute die Bestrebungen sind, sich in die Probleme der Fortpflanzung zu vertiefen, um so lebhafter regt sich der Wunsch, neue Wege für ihre Erforschung zu bahnen, da die Morphologie immer verwickeltere Formverhältnisse aufdeckt und dadurch immer neue Rätsel schafft. Wie immer in solchen Fällen müssen wir zur Physiologie greifen, da alles, was mit Zeugung und Vererbung zusammenhängt, seinen innersten Gründen nach physiologisches Problem ist. Jetzt gilt es, an der Physiologie die Fackel zu entzünden, um aus dem so reich aufgehäuften aber noch in Finsternis ruhenden Material morphologischer Thatsachen das funkelnde Gold und Edelgestein wirklicher Erkenntnis herauszuholen.

Die wesentlichen Thatsachen, auf denen unser Wissen von der Zeugung beruht, sind durch experimentelle Forschungen der letzten Jahrhunderte nach langem Kampfe errungen worden. Als um die Mitte unseres Jahrhunderts die allgemeine Physiologie kühner und erfolgreicher vordrang, wurden auch einzelne Fragen der Fortpflanzung in ihren Bereich gezogen. Neben den wichtigen Arbeiten Darwins über Selbst- und Kreuzbefruchtung haben diejenigen von Sachs über die Bedingungen der Blütenbildung lebhafte Anregung gegeben; in neuerer Zeit haben Pfeffer, Vöchting u. a. wichtige Beiträge geliefert, und auch in der Zoologie wächst das Interesse für die physiologische Behandlung der Probleme, wie die Arbeiten von Maupas, Gebr. Hertwig u. a. zeigen, die Forschungen von Pflüger, Roux u. s. w. nicht zu vergessen. Aber ein Blick in die anerkannten Lehr- und Handbücher offenbart

dass eine Physiologie der Fortpflanzung vergleichbar der Physiologie der anderen Funktionen noch nicht existiert, dass sie entweder kaum der Besprechung wert erachtet wird oder wesentlich nur aus einer Zusammenstellung von morphologischen und ökologischen Thatsachen besteht, die oft in unsicher schwankende Erörterungen getaucht sind. Es liegt in der Natur der Sache, dass zuerst die relativ einfacheren Probleme der Ernährung u. s. w in Angriff genommen wurden und die Arbeitskraft der Physiologen beansprucht haben. Die Physiologie der niederen Funktionen musste erst auf eine gewisse Stufe gebracht werden, um von ihr aus zu den schwierigeren, hoch in die Wolken ragenden Höhen emporzusteigen. Für den Augenblick liegt daher die wichtigste Aufgabe darin, feste Angriffspunkte zu gewinnen, die eine physiologische Behandlung der Fortpflanzung ermöglichen; ich will versuchen, an Beispielen aus dem Pflanzenreich einige solche Punkte näher zu bezeichnen.

Die Physiologie erstrebt das Ziel, die mannigfaltigen Lebenserscheinungen als notwendige Wirkungen der ihrer Qualität und Quantität nach bekannten Kräfte zu erkennen. Von vornherein steht diesem Streben eine ungeheure Schranke entgegen, da jeder Organismus, selbst der niedrigste, einer Maschine vergleichbar ist, mit unentwirrbar verwickeltem Räderbau, von dem wir nur die gröberen Teile blosslegen können. Ein Einblick in das Getriebe, dessen Leistungen uns in den Lebensäusserungen vorliegen, wird dadurch möglich, dass jede Lebensmaschine ihre Funktionen nur bei Mitwirkung äusserer bekannter Kräfte vollbringen kann, und dass diese Kräfte mit ihren allernächsten Einflüssen dem Experimente unterworfen werden können. So erscheint es möglich, dem Problem von der Ernährung der grünen Pflanzen näherzutreten, weil sie durch bekannte äussere Stoffe, die Kohlensäure, und durch die Kraft des Sonnenlichtes bedingt wird, und das sind Abhängigkeitsverhältnisse, die sich mit Hilfe chemischer und physikalischer Methoden untersuchen lassen.

Die Grundfrage, von deren Beantwortung die ganze Zukunft der Physiologie der Fortpflanzung beherrscht wird, lautet

dahin, ob überhaupt und in welchem Grade ihre Prozesse von äusseren Kräften beeinflusst werden. Was für die niederen Funktionen längst anerkannt ist, muss für die Fortpflanzung erst bewiesen werden. Ueberblickt man die Lebensgeschichte einer einjährigen Pflanze, die im Frühling keimt, im Sommer blüht und im Herbst nach der Reife der Früchte vergeht, so erhält man den Eindruck, als ob die Blüten notwendig als Folge der innersten Natur der Pflanze auftreten, und dass die äusseren Bedingungen nur mittelbar durch ihre Wirkung auf die vorbereitenden Prozesse der Ernährung, die Blütezeit und die Zahl der Blüten beeinflussen, nicht aber das Blühen selbst bestimmen. Die eigentlich treibenden Kräfte würden nach dieser Ansicht sich der Erkenntnis ebenso entziehen, wie die letzten Ursachen des Lebens überhaupt.

Zum Glück verhält sich die Fortpflanzung nicht prinzipiell verschieden von den andern Funktionen, und der physiologischen Forschung ist das unermesslich reiche Feld dieser höchsten Lebensthätigkeit nicht verschlossen, wenn auch der Zugang mit tausend Riegeln verwehrt erscheint. Am sichersten lässt sich hierfür der Nachweis liefern, wenn wir zu den einfachen Pflanzen herabsteigen, deren ganzes Leben sich in einzelnen Zellen abspielt, die sich in engerer Berührung mit den Kräften der leblosen Natur befinden. Bei der Mehrzahl der niederen Pflanzen unterscheiden wir zwei Arten der Fortpflanzung, die ungeschlechtliche, bei der ein- oder mehrzellige Keime gebildet werden, die jeder für sich zu neuen Wesen heranwachsen, und die geschlechtliche, bei der zwei gesonderte Zellen miteinander verschmelzen müssen, um ein entwicklungsfähiges Produkt zu liefern. Wir wollen zunächst die ungeschlechtliche Fortpflanzung näher betrachten.

Bei den grünen, in unsern Gewässern verbreiteten Algen besteht die ungeschlechtliche Fortpflanzung häufig in der Bildung frei im Wasser beweglicher protozoenartiger Keime, der Zoosporen, die auf eine Verwandtschaft mit einfachen Formen tierischen Lebens in der That hindeuten. Diese Zoosporenbildung, eine höchst charakteristische und eigenartige Fortpflanzungsweise, steht, wie meine Untersuchungen der letzten

Jahre beweisen, in strenger Abhängigkeit von bestimmten äusseren Bedingungen, und die Kenntnis dieser giebt dem Forscher die Macht, nach Belieben die Zoosporenbildung hervorzurufen oder zu unterdrücken. Hier bei diesen einfachen Pflanzen kommt der Physiologe dem heissersehnten und doch kaum erreichbaren Ziele näher, die Launenhaftigkeit der Organismen zu besiegen und die Resultate seiner Versuche an ihnen mit der Sicherheit eines physikalischen oder chemischen Experimentes eintreten zu sehen.

In buntem Wechsel schwankt das Verhältnis der Zoosporenbildung zur Aussenwelt, je nach den einzelnen Arten; bei den einen ruft die Ueberführung aus Nährsalzlösungen in Wasser den Prozess hervor, bei andern bewirkt Veränderung der Lichtintensität das gleiche, und wieder andere Arten werden durch besondere organische Stoffe wie Kohlehydrate, Glykoside dazu veranlasst. Innerhalb der gleichen Gattung sogar (Oedogonium) walten Unterschiede in der Abhängigkeit von der Aussenwelt zwischen den Arten vor, sodass z. B. die eine (capillare) durch Schwächung der Lichtintensität, die andere (diplandrum) durch Erhöhung der Temperatur zur Zoosporenbildung sich zwingen lässt. Diese Resultate sind nur die allerersten kleinen, aber sicheren Schritte, die zu neuen Fragen nach vielen Seiten hin führen; denn jetzt gilt es erst, die Wirkungen der einzelnen Bedingungen auf die Fortpflanzung tiefer zu ergründen, sich zu erklären, warum in einem Falle Licht, im andern Wärme zoosporenerregend wirkt. Diese wie die andern äussern Kräfte sind nicht nur direkt bei dem Vorgange der ungeschlechtlichen Fortpflanzung beteiligt, sondern sie sind zugleich allgemeine Bedingungen des Lebens überhaupt und müssen als solche auch in ihren indirekten Einflüssen untersucht werden. So stellt selbst bei den einfachen Algen der ganze Vorgang eine stark verschlungene Kette verschiedenartiger Prozesse dar.

Ein Haupthindernis, welches diesen Untersuchungen entgegensteht, liegt in der schwierigen Kultur der Algen. Nur wenn diese in gesunder kräftiger Entwickelung begriffen sind, haben die Versuche ihre Fortpflanzung zu erforschen, Aussicht

auf Erfolg. Die Algen zeichnen sich durch eine sehr grosse Empfindlichkeit gegenüber kleinen, kaum merkbaren Veränderungen der sie umgebenden Natur aus, infolge deren sie sehr leicht, anscheinend noch völlig gesund, in einen passiven Zustand geraten, wo nichts mehr sie zur Fortpflanzung bringen kann, bevor man nicht in ihnen durch sehr günstige Verhältnisse neues frisches Leben anfacht. Daher nötigen die Untersuchungen zu einer bisher mangelnden Ausarbeitung der Kulturmethoden, und sie regen dazu an, die leisesten Veränderungen in der Aussenwelt und deren Wirkungen auf die Zellen zu beachten.

So mannigfaltig sich die Beziehungen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung zu den äusseren Kräften der Natur bei den einzelnen Algen gestalten, eine allgemeine Erscheinung prägt sich doch in ihrem Verhalten aus: stets erfolgt die Zoosporenbildung in lebhaftestem Grade, wenn eine Alge nach kräftigem Wachstum plötzlich eine Aenderung in ihren äusseren Bedingungen erfährt. Diese Aenderungen — des Lichtes, der Temperatur, der chemischen Beschaffenheit der Umgebung — spielen die Rolle von Reizen, d. h. nach PFEFFERS Definition jenen kleinen Anstössen, die im Organismus die unendlich variierenden Lebensäusserungen veranlassen oder auslösen. Wir erkennen, dass die allen Lebewesen gemeinsame Eigenschaft, solche Reize zu empfinden, auch in den Dienst der Fortpflanzung tritt, und dass auf diese Weise ein neues interessantes Gebiet von Reizerscheinungen für die Physiologie erschlossen wird.

Eine noch grössere Bedeutung als bei den Algen gewinnt die ungeschlechtliche Fortpflanzung in dem grossen Reiche der Pilze, die in ihrem Leben gebunden an vorgebildete organische Substanzen von toten oder lebenden Organismen sehr viel mehr dem Spiel des Zufalls unterworfen sind und diesen Nachteil durch eine ungeheuere Fruchtbarkeit zu beseitigen suchen. Diese tritt in besonders auffälliger Weise bei jenen Pilzen hervor, die mehrere verschiedene Formen ungeschlechtlicher Fortpflanzung bei ein und derselben Species besitzen; giebt es doch Pilze, die 4, ja 5 verschiedene Sporen-Formen

erzeugen, deren genetischer Zusammenhang erst durch lange mühselige Arbeit sich feststellen lässt. Durch die Forschungen DE BARYS, seiner Schule, BREFELDS, u. a. sind die Kulturmethoden auf eine hohe Stufe der Vollendung geführt und ist die Morphologie dieser Pflanzen mächtig gefördert worden. Bei allen den zahlreichen Untersuchungen handelte es sich darum, die Art und Weise der Fortpflanzung zu beobachten, den Zusammenhang verschiedener Pilzformen entwicklungsgeschichtlich nachzuweisen. Dagegen wird die uns hier interessierende Frage nach den physiologischen Bedingungen der Fortpflanzung noch kaum behandelt, und nur wenige Arbeiten, wie die HANSENS über die Sporenbildung der Hefe, berühren das Problem.

BREFELD, der zur Zeit die reichste Erfahrung in der Kultur der Pilze besitzt, kommt zu dem Schluss, dass bei normaler Ernährung nicht äussere Bedingungen für das Auftreten und den Wechsel der Fortpflanzungsformen bei den Pilzen massgebend sind, sondern innere, in der Natur der Pflanze liegende Gründe. Doch lässt ein eingehendes Studium der Arbeiten BREFELDS erkennen, dass seine Beobachtungen nicht zu dieser Folgerung nötigen, weil er die Frage nie in umfassender und zweckentsprechender Weise bearbeitet hat. Gleich das erste Beispiel unter den Pilzen, an dem die Abhängigkeit der Fortpflanzung von äusseren Bedingungen geprüft wurde, entsprach den Erwartungen, zu denen meine Algenstudien berechtigten. BACHMANN, einer meiner Schüler, untersuchte den zierlichen Schimmelpilz Thamnidium elegans, der an dem gleichen Fruchtträger zwei verschiedene Keimbehälter, sog. Sporangien, entwickelt, grosse einzelne am Ende stehende und kleinere an fein verzweigten Aesten seitlich sitzende. In unzweideutiger Weise hängen diese Fruchtformen von charakteristischen äusseren Bedingungen ab, sodass nach Belieben jede Form für sich allein oder beide zugleich zur Entwickelung gebracht werden können. Ebenso vermochte kürzlich in meinem Laboratorium SCHOSTAKOWITCH bei dem überall verbreiteten Pilz Dematium pullulans die verschiedenen Entwicklungsformen wie reine Mycel-Bildung, Hefesprossung, Gemmenbildung als not-

wendige Folgen äusserer Bedingungen zu erkennen. Es gelang ihm auch, den Zusammenhang vom Dematium mit einem früher als selbständig angenommenen Pilz Coniothecium nachzuweisen, der stets unter dem Einfluss höherer Temperatur aus Dematium erzielt werden kann. Während bei den Algen, als lichtbedürftigen Wesen, der Wechsel der Lichtintensität so oft wirkungsvoll ist, lehren die bisherigen Untersuchungen von Pilzen, dass bei ihnen mehr die chemische Zusammensetzung des Nährbodens und die Temperatur einflussreich sind.

Die wenigen Beispiele, die ich anführe, sind nur bedeutsam als die ersten Furchen in einem unbearbeiteten und doch fruchtbaren Boden, sie sollen anregen und auffordern, der noch immer herrschenden morphologischen Richtung in der Pilzkunde die physiologische an die Seite zu stellen, damit die staunenswerte Mannigfaltigkeit ungeschlechtlicher Fruchtformen in ihrem Verhältnis zur Aussenwelt unserem Verständnis näher gebracht wird und zugleich der Systematik neue Mittel gegeben werden, die Verwirrung in den Species zu lösen.

Bei den höheren Kryptogamen, den Moosen und Farnen tritt die ungeschlechtliche Fortpflanzung durchgängig als eine notwendige Stufe der Entwickelung auf, wie bei der Bildung der Sporen in der Mooskapsel, an den Farnblättern; ausserdem zeigt sie sich in verschiedenen Lebenszuständen mehr fakultativ, zum Teil sehr wichtig für starke Vermehrung. Die Beziehungen der verschiedenen Fortpflanzungsweisen zu den äusseren Kräften harren bisher noch der eingehenden Untersuchung; nur einiges Wenige will ich hervorheben, um anzudeuten, wie auch hier der Physiologie neue erfolgreiche Aufgaben erwachsen. Ich konnte nachweisen, dass die Moospflänzchen an dem aus Sporen entstehenden algenartigen Vorkeim, dem Protonema, nur unter der Mitwirkung heller Beleuchtung erzeugt werden. Sinkt die Intensität des Lichtes unter eine bestimmte Grenze, so kann die Ernährung, das Wachstum noch fortgehen, jedoch nicht mehr die Fortpflanzung, und dadurch wird es möglich, die Moose in ihrer sonst so rasch vergänglichen Jugendform beliebig lange zu erhalten.

Selbst in der Geschlechtspflanze der Farne, dem kleinen blattartigen Prothallium, das in wenigen Wochen nach der Erzeugung der jungen Farnpflanze zu Grunde geht, lässt sich die Fähigkeit erwecken, jahrelang zu wachsen und sich zu vermehren. Durch eine Schwächung der Lichtintensität wird die Bildung der weiblichen Geschlechtsorgane unterdrückt, so dass eine Befruchtung trotz der vorhandenen männlichen Organe unmöglich ist; zugleich werden die fortwachsenden Prothallien durch schwaches Licht veranlasst, ungeschlechtliche kleine Vermehrungssprosse zu bilden, die bei hellem Licht zu normalen Prothallien werden.

Bei den Phanerogamen treffen wir selten besondere Organe ungeschlechtlicher Fortpflanzung; doch kann diese auf vegetativem Wege durch Knollen, Zwiebeln oder durch Stecklinge und sonst künstlich hervorgerufene Knospenbildung in lebhafter Weise erfolgen. Indessen will ich darüber hinweggehen und mich lieber zu der geschlechtlichen Fortpflanzung wenden, die in viel höherem Grade das Interesse des Naturforschers erregt, weil sie als das eigentliche Lebensziel der meisten Organismen erscheint, zu dem alles, was in ihnen von Jugend an lebt und wirkt, unaufhaltsam hintreibt.

Der Zeugungsvorgang, dessen wesentlicher Charakter in der Vereinigung der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen liegt, bietet mit allem, was ihm vorausgeht und ihm nachfolgt, einen Reichtum von interessanten Lebensproblemen dar, die in tiefes Dunkel gehüllt den höchsten Reiz auf den Forscher ausüben. Im Zusammenhange mit den Erörterungen über die ungeschlechtliche Fortpflanzung drängt sich auch hier die Frage auf, ob die Physiologie im Stande ist, die Bedingungen, welche der Bildung der Geschlechtsorgane zu Grunde liegen, aufzudecken. Allgemein erfolgt die Bildung, wenn der Organismus einen gewissen Reifezustand erreicht hat, der als Folge eines vorhergehenden kräftigen Wachstums erscheint. Doch viele Gelehrte, unter ihnen DARWIN, HERBERT SPENCER, haben betont, dass die sexuelle Funktion ihrem Wesen nach dem Wachstum entgegengesetzt ist, weil mit dem Auftreten der Geschlechtsorgane ein Stillstand des Wachstums verknüpft

ist, und auch lebhaftes Wachstum zu einer Unterdrückung der Geschlechtsthätigkeit führen kann. Von diesem Standpunkt aus bietet sich ein Angriffspunkt für die experimentelle Forschung dar, da es möglich wäre, durch künstliche Hemmung des Wachstums eine vorzeitige oder lebhaftere Bildung der Geschlechtsorgane zu veranlassen. In der That werden seit langer Zeit in der Obstbaumzucht solche Versuche angestellt, bei denen Aepfel- und Birnbäume durch Beschneidung des Wurzelsystems zu lebhafterem Blühen gebracht werden. Die unzweifelhaft bestehende Beziehung zwischen Wachstum und Zeugung, die man unter den weiten Begriff der Correlation fasst, eröffnet aber noch keinen Weg für das physiologische Verständnis, weil die Art des Zusammenhanges völlig undurchsichtig bleibt und daher auf die verschiedenste Weise gedeutet werden kann. Eine klarere Einsicht gewinnen wir vielleicht, wenn wir auch hierbei die niederen Pflanzen voranstellen, bei denen die Aussenwelt unmittelbarer in das Leben eingreift.

Bei niederen Pflanzen, den Algen, treffen wir die beiden Hauptformen der geschlechtlichen Fortpflanzung an; bei der einen vereinigen sich zwei anscheinend gleichartige Zellen, bei der andern höheren Form ist eine Sonderung der Zellen in männliche und weibliche ausgesprochen. Alle Uebergänge zwischen beiden Befruchtungsformen finden sich sogar innerhalb der gleichen engbegrenzten Familie und beweisen, dass ihre prinzipielle Scheidung nicht möglich ist. Wie nun auch die Form der Geschlechtszellen sei, ihre Bildung hängt bei vielen Algen notwendig von äusseren Bedingungen ab. Nach meinen Untersuchungen lassen sich Pflanzen wie Hydrodictyon, Vaucheria, Oedogonium u. a. jederzeit zur geschlechtlichen Fortpflanzung veranlassen, oder durch deren Unterdrückung in sterilem, dabei wachstumsfähigem Zustande erhalten. Die grosse Sicherheit, mit der bei gesundem Material die Versuche gelingen, erlaubt es, die verschiedenen physiologischen Bedingungen zu erforschen.

In allen Fällen beobachten wir dabei die vorhin erwähnte Beziehung, die zwischen dem Auftreten der Geschlechtsorgane

und der Hemmung des Wachstums waltet. Jede der beiden Thätigkeiten verlangt die volle, durch die Ernährung gelieferte Summe der Kraft und zwingt die andere zum Stillstand. Daher müssen wir um die geschlechtliche Thätigkeit künstlich zu veranlassen solche Mittel anwenden, die das Wachstum behindern, z. B. Entziehung der dafür notwendigen anorganischen Salze. Aber es wäre sehr irrig daraus zu schliessen, dass die Wachstumshemmung die nächste wesentliche Ursache der Fortpflanzung wäre. Denn man kann Wachstumshemmung in verschiedener Weise herbeiführen, z. B. bei Oedogonium durch Verdunkelung oder durch mässig konzentrierte Salzlösungen, ohne dass deshalb Geschlechtsorgane entwickelt werden. Um das zu erreichen, müssen noch andere charakteristische äussere Bedingungen mitwirken.

Bei einfacheren Algen, wie dem Wassernetz, können die beweglichen gleichartigen Geschlechtszellen im Dunkeln entstehen und bei Protosiphon, einer Alge, die bisher irrtümlicherweise zu Botrydium gerechnet wurde, wirkt plötzliche Verdunkelung geradezu als Reiz zur Entwickelung der Geschlechtszellen. Dagegen bei der Mehrzahl der höheren Algen gehört das Licht zu den notwendigen Bedingungen des Geschlechtsprozesses. Das Licht liefert zunächst für die grünen Algen die Kraft zur Erzeugung der Nahrungsstoffe, die in sehr reichlicher Menge bei der Entwickelung der Geschlechtsorgane verbraucht werden. Auffallender ist es, dass das Licht noch in ganz spezifischer Weise dabei mitwirken muss. Man kann bei Algen die ernährende Rolle des Lichtes durch Kultur in kohlensäurefreiem Raume und durch Zusatz organischer Substanzen, z. B. Zucker, völlig ersetzen; die spezifische Rolle des Lichtes aber ist bisher unersetzlich und unerklärlich. Wir müssen uns vorläufig mit der Vorstellung begnügen, dass bei der Bildung der Geschlechtsorgane verwickelte chemische Vorgänge beteiligt sind, die analog wie der Ernährungsprozess des Lichtes bedürfen. Während aber der Ernährungsprozess auch bei schwachem Licht erfolgt, nur weniger ergiebig, ist die Wirkung des Lichtes auf die Geschlechtsorgane durchaus

an eine höhere Intensität gebunden, so dass beim Sinken unter eine bestimmte Grenze die Pflanze steril bleiben muss.

Doch auch bei nicht geminderter Beleuchtung unter sonst günstigen Verhältnissen kann die geschlechtliche Fortpflanzung nicht zur Entfaltung kommen, wenn besondere hemmende Umstände eintreten. Sehr auffällig wirken in dieser Richtung die anorganischen Nährsalze, wie Salpeter, phosphorsaurer Kalk u. a., Verbindungen, die bei der Ernährung und dem Wachstum nie fehlen dürfen. Schon eine relativ verdünnte Lösung von 0,2 % einer solchen Nährsalzmischung hemmt die Entwickelung der Geschlechtszellen bei Spirogyra, Oedogonium, welche Algen solange in sterilem Zustande verharren, bis sie wieder in reines Wasser übergeführt werden. Für die Wirkung der Nährsalzlösung ist es gleichgültig, ob das Wachstum ebenfalls gehemmt wird oder ungestört vor sich geht; die Sterilität ist eine direkte Folge der in zu grosser Menge den Zellen dargebotenen Salze.

Noch auf andere Weise kann die geschlechtliche Thätigkeit bei voller Lebenskraft unterdrückt werden: in lebhaft strömendem Wasser, in Bächen, Flüssen, ebenso in Aquarien mit rasch sich erneuerndem Wasser bilden einige Algen (mehrere Arten von Vaucheria, Oedogonium, Spirogyra) niemals Geschlechtsorgane, wachsen dagegen mit grosser Ueppigkeit. Prüft man die chemischen und physikalischen Eigenschaften des strömenden Wassers im Vergleich zum stehenden kleiner Teiche, so lässt sich kein Grund finden, der diese Hemmung erklären könnte. Denn weder die mechanische Reibung, noch das Wegschwemmen von Auswurfsstoffen, noch die gleichmässig niedere Temperatur, noch die immer erneute Zuführung von Nährsalzen, Kohlensäure, Sauerstoff können für sich allein, wie besondere Versuche zeigen, eine solche Wirkung ausüben. Die Annahme bleibt als die wahrscheinlichste übrig, dass alle diese Eigenschaften des strömenden Wassers, besonders der Gehalt an den genannten Substanzen und die niedere Temperatur zusammenwirken, um ein ununterbrochenes Wachstum herbeizuführen. Nur wenige Tage des Aufenthaltes in kleiner, stehender Wassermenge genügen, um die geschlechtliche Thätigkeit

wieder anzuregen. Bei diesen Algen haben wir einen fast sicheren Fall, dass lebhaftes Wachstum, durch nichts gestört, die geschlechtliche Funktion beliebig lange hindert und den Pflanzen dadurch fortdauernde Jugend verleiht. Für die physiologische Forschung gewährt das Verhalten solcher Algen eine sehr bequeme Handhabe, stets steriles und dabei gesundes Versuchsmaterial zu besitzen.

Die Algen sind bisher die einzigen Pflanzen, bei denen die äusseren Bedingungen der geschlechtlichen Fortpflanzung so weit enthüllt sind, dass sie der willkürlichen Gewalt des Physiologen unterworfen ist. Für ihn beginnt erst jetzt die eigentliche Aufgabe, die Wirkung der verschiedenartigen Bedingungen zu erklären, indem er die von ihnen veranlassten Aenderungen im Innern der Zelle zu erkennen strebt. Ueberall stösst er hierbei auf neue, noch ungelöste Fragen, die zugleich der allgemeinen Physiologie angehören und nur im Verein mit ihr, wie mit Hilfe von Chemie und Physik sich erforschen lassen.

Noch sehr viel verwickelter stellt sich das Problem über die Bedingungen der Geschlechtsbildung bei den Blütenpflanzen. Denn jeder äussere Reiz, der irgend eine Wirkung auf die Geschlechtsteile ausübt, beeinflusst auch die anderen Organe der Pflanze, wie Wurzel, Stengel, Blätter, und deren Veränderungen leiten sich wieder auf die Geschlechtsorgane fort, so dass diese von der gleichen Reizquelle verschiedenartige Wirkungen erfahren, deren Erforschung ebenso schwierig wie der Gefahr des Irrtums leicht ausgesetzt ist. Daher geben auch die älteren Versuche, Pflanzen durch äussere Einwirkungen zu reichem Blühen zu bringen, so wenig sichere Resultate; und selbst wenn der Erfolg anscheinend glückt, so befriedigt er doch nicht, weil die ihn bedingenden Umstände nicht klar liegen. Ein Beispiel dafür ist die schon erwähnte Erfahrung, dass durch Beschneiden der Wurzeln die Blütenbildung der Obstbäume befördert wird. Niemand weiss, ob der Wurzelschnitt durch die dabei erregten Wundreize wirkt, in welchem Grade er die Ernährung, die Transpiration oder das

Wachstum beeinflusst, und ob er nur deshalb oder auch unmittelbar für die Blütenbildung von Bedeutung ist.

Die einzigen wissenschaftlichen Untersuchungen, die der neueren Zeit angehören, behandeln die Wirkung des Lichtes auf die Anlage und Ausbildung der Blüten. Den Arbeiten von SACHS verdanken wir den Nachweis, dass bei einer Anzahl Pflanzen die Blätter bei Mitwirkung des Lichtes für die Blütenbildung eine massgebende Rolle spielen. SACHS nimmt an, dass unter dem Einfluss des Lichtes in den Blättern besondere Substanzen erzeugt werden, die nach Art von Fermenten das Nahrungsmaterial zum Aufbau der Blüten verarbeiten. Diese angenommenen Blütenfermente sollen merkwürdigerweise nur durch die ultravioletten, für unser Auge unsichtbaren Strahlen des Sonnenspektrums entstehen. Es ist fraglich, ob diesen Versuchen von SACHS eine allgemeinere Bedeutung zukommt, da meine Experimente an Algen beweisen, dass diese Strahlen für die Entstehung der Geschlechtsorgane gleichgültig sind. Vielmehr stimmen mit den Erfahrungen an den Algen die Versuche VÖCHTINGS überein, welche die entscheidende Bedeutung der Lichtintensität zeigen. VÖCHTING beobachtete, dass durch Schwächung der Lichtintensität die Form und Grösse vieler Blüten verändert wird, grosse offene zu kleinen sich nicht öffnenden umgewandelt werden; er stellte fest, dass Mimulus Tilingi in schwachem Licht überhaupt keine Blüten mehr hervorbringt und jahrelang nur auf vegetativem Wege sich erhält, wobei Laubzweige direkt an Stelle von Blüten sich bilden können. So tritt uns bei dem Vergleiche der Blütenpflanze mit der so tief unter ihr stehenden Alge ein überraschend gleiches Verhalten zum Licht entgegen, wir stehen bei beiden vor dem gleichen noch ungelösten Problem, die spezifische Wirkung des Lichtes zu erklären.

Unzweifelhaft haben neben dem Licht noch andere äussere Bedingungen tiefgreifenden Einfluss auf die Blüten, und die Beobachtungen an den Algen können als Wegweiser dienen für die experimentelle Erforschung der höheren Pflanzen. So werden auch für die Phanerogamen die Nährsalze über eine gewisse Menge hinaus hemmende Wirkungen ausüben, und

vielleicht erklären sich daraus die praktischen Erfahrungen, dass auf stark gedüngtem Boden die Blütenbildung behindert wird. Anderseits wird sich durch Versuche entscheiden lassen, ob die häufige Unfruchtbarkeit der höheren Wasserpflanzen, wie GÖBEL vermutet, bloss durch das lebhaft geförderte Wachstum der Vegetationsorgane veranlasst wird, wofür das Verhalten der Algen in strömendem Wasser sprechen könnte.

Die bisherigen Erörterungen werden genügen, um erkennen zu lassen, dass sowohl die ungeschlechtliche, als die geschlechtliche Fortpflanzung in mannigfaltigster Abhängigkeit von der Aussenwelt steht, und dass dadurch der Physiologie bald schmälere, bald breitere Pfade zum Eindringen in die Probleme geöffnet werden. Beide Arten der Fortpflanzung finden sich in der Mehrzahl der Fälle bei ein und demselben Organismus, sei es Thier oder Pflanze, und die bedeutungsvolle Frage erhebt sich, in welchem Verhältnis diese Fortpflanzungsweisen im Leben der Species zu einander stehen. In die verwirrende Menge von Thatsachen, die durch die Beobachtung der verschiedenartigen Fortpflanzung aufgehäuft war, brachte die wichtige Arbeit STEENSTRUPS über den Generationswechsel (1842) überraschende Klarheit. Durch sie wurde der Nachweis geführt, dass der Lebensgang vieler niederen Tiere nicht in der allmähligen Entwickelung eines einzelnen Individuums abläuft, sondern sich in einem bestimmten und notwendigen Wechsel von ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Individuen vollzieht.

Diese Entdeckung des Generationswechsels bei Tieren wirkte befruchtend auch auf die Botanik ein, in der HOFMEISTER entsprechende Erscheinungen bei Farnen und Moosen nachwies. Halten wir uns an den typischen Fall bei den Farnkräutern, so bemerken wir, dass die beblätterte Pflanze die ungeschlechtliche Generation vorstellt, deren Keimzellen, die Sporen, eine ganz andersartige Geschlechtsgeneration, das zarte, kleine Prothallium erzeugen, an dem durch einen Befruchtungsprozess wieder die ungeschlechtliche Farnpflanze entsteht. Beide Generationen sind ihrer Form und Funktion nach verschieden, sind selbständig frei, müssen aber notwendig auf-

einanderfolgen, wenn der normale Kreis der Entwickelung durchlaufen werden soll. Dieser Generationswechsel beruht auf inneren fest vererbten Eigenschaften des Organismus, und lässt sich nur durch Hypothesen erklären, die auf die Stammesgeschichte zurückgreifen.

Auch bei den niederen Pflanzen, den Algen und Pilzen mit ihren so äusserst mannigfaltigen Fortpflanzungsweisen, hat man einen entsprechenden Generationswechsel angenommen. Celakowski und Bower haben betont, dass die ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Generationen sich morphologisch nahe stehen, einander homolog sind und Pringsheim hob hervor, dass die Zahl der ungeschlechtlichen Generationen nicht scharf bestimmt ist. Hier bot sich der Physiologie ein Angriffspunkt dar, da die Unregelmässigkeit des Generationswechsels zu der Frage nötigte, ob nicht die Aussenwelt irgend eine Rolle dabei spielt. In der That zeigen meine Untersuchungen, dass bei den daraufhin geprüften Algen gar kein Wechsel von geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Individuen stattfindet, sondern nur ein Wechsel der Fortpflanzungsweisen, der in Abhängigkeit von der Aussenwelt steht. Die Bedingungen für die geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung sind bei jedem Organismus verschieden; so lässt sich bei Vaucheria das gleiche Individuum durch schwaches Licht zur Zoosporenbildung, durch intensiveres zur Geschlechtsthätigkeit veranlassen. Es ist möglich, dass die Mehrzahl der Thallophyten das gleiche Verhalten zeigt, was sich nicht theoretisch, sondern nur durch das Experiment entscheiden lässt. Aber ebenso denkbar ist es, dass bei gewissen Arten bereits der Anfang eines gesetzmässigen Generationswechsels zu finden ist. Wir beobachten, dass die geschlechtlich erzeugten Keime sehr regelmässig zuerst auf ungeschlechtlichem Wege sich vermehren; warum sollte hier nicht eine Beziehung herrschen, die bereits bei Algen zu einer notwendigen, fest vererbten Eigenschaft des Organismus geworden wäre. Bei der bisher am genauesten untersuchten Vaucheria ist es sicher noch nicht der Fall, da die befruchtete Eizelle nach Belieben sich zwingen lässt nur zu wachsen, oder ungeschlechtlich oder gleich wieder

geschlechtlich sich zu vermehren. Wohl aber könnte eine solche Gesetzmässigkeit z. B. im Leben von Coleochaete walten, was nachzuweisen erst eine Aufgabe der Zukunft sein wird.

Der Wechsel von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung, sei es bei einzelnen Individuen, sei es bei ganzen Generationen, verliert bei den höheren Pflanzen an Bedeutung, wenngleich bei diesen noch Andeutungen in dem Wechsel von vegetativen und blühenden Sprossen vorliegen. Bei den höheren Tieren herrscht allein die geschlechtliche Zeugung. Ohne Zweifel ist die ungeschlechtliche die einfachere, für die schnelle Vermehrung vorteilhaftere Art; man fragt sich, warum sie nicht im Leben aller Organismen waltet, warum diese Vereinigung der Geschlechter von den niedersten bis zu den höchsten Lebewesen in immer steigendem Masse an Bedeutung gewonnen hat. Unwillkürlich glaubt man dem Zeugungsvorgang etwas Mystisches und Unfassbares zuschreiben zu müssen, das mit dem innersten Wesen des Organismus zusammenhängt und notwendig zum Leben der Species gehört. Besonders bei Zoologen begegnet man der Ansicht, dass die Sexualität eine primäre, allen Organismen zukommende Funktion ist, während die Botaniker annehmen, dass die geschlechtliche Fortpflanzung sich erst allmählich aus der ungeschlechtlichen entwickelt hat. Anscheinend liegen für die erste Ansicht Beweise in den interessanten Arbeiten von MAUPAS vor, die die Konjugation der Infusorien behandeln. MAUPAS stellte durch Versuche fest, dass diese kleinen Tiere sich durch einfache Zweiteilung nur eine begrenzte Zahl von Generationen hindurch vermehren können, dass bei Ueberschreitung der Grenze eine allmähliche Degeneration der Zellen um sich greift und die Infusorien dem Untergange weiht. Sowie dagegen vorher eine geschlechtliche Vereinigung zweier Individuen eingetreten ist, so kann die ungeschlechtliche Vermehrung wieder längere Zeit fortgehen. Die Konjugation verleiht nach MAUPAS den Zellen eine verjüngende Kraft, die häufig jeder geschlechtlichen Vereinigung von Organismen zugeschrieben wird. In Uebereinstimmung mit dieser Auffassung steht die bei Pflanzenzüchtern vielfach verbreitete Ansicht, dass Kulturpflanzen, die sehr lange nur ungeschlecht-

lich fortgepflanzt worden sind, deshalb einer greisenhaften Degeneration verfallen.

Wenn man auch die Richtigkeit der Versuche von MAUPAS anerkennt, so fragt man sich doch, ob die daraus gezogene Folgerung eine allgemeine Geltung hat oder ob nicht ein besonderer Fall bei den Infusorien vorliegt. Wir kennen schon lange ein anderes ähnliches Beispiel in den kleinen Kieselalgen, den Diatomeen, die nur eine begrenzte Zahl von Generationen sich teilen können, weil sie sich bei jeder Teilung fort und fort verkleinern; sie bilden von Zeit zu Zeit Sporen, durch die sie ihre normale Grösse wieder erlangen. Auch hier können wir von einem Verjüngungsprozess sprechen, der bei dem einen Teile der Diatomeen geschlechtlich, bei dem andern ungeschlechtlich verläuft, woraus folgt, dass die Sexualität kein durchaus notwendiges, sondern nur ein gelegentlich brauchbares Mittel darstellt. Wie wenig die von MAUPAS u. a. vertretene Auffassung der Befruchtung als Erzeugerin lebenverjüngender Kraft allgemein richtig sein kann, das wird durch das Verhalten jener Algen einleuchtend, die bei geschlechtlicher Fortpflanzung ihr Leben in wenigen Wochen vollenden, bei künstlicher Sterilität sich jahrelang jung und frisch erhalten lassen. Das gleiche beweist das Experiment, das die Natur im Grossen mit jenen Algen anstellt, die im strömenden Wasser Jahre, Jahrzehnte hindurch, wer weiss wie lange, ohne Geschlechtsorgane üppig vegetieren. Jene vermeintlichen Thatsachen, die eine Degeneration von Kulturpflanzen nach langer ungeschlechtlicher Vermehrung beweisen sollen, ruhen, wie schon MÖBIUS betonte, auf ganz unsicherem Boden, während es zweifellos ist, dass alte Kulturpflanzen, wie die Banane, die Feige u. a., seit Jahrhunderten ungeschlechtlich und ohne Schaden vermehrt worden sind. Ganz genau bekannt ist es, dass die Trauerweide, am Ende des vorigen Jahrhunderts nach Europa eingeführt, nur durch Stecklinge fortgepflanzt wird, dass die Wasserpest Elodea seit 1830 in ungeheuerer Menge, durch zahllose Generationen sich nur ungeschlechtlich vermehrt hat, da eine Befruchtung wegen des Mangels an männlichen Pflanzen ausgeschlossen ist. Aus diesen Thatsachen folgt nicht, dass eine Degene-

ration empfindlicher Kulturvarietäten wegen fehlender Befruchtung unmöglich ist; wohl aber folgt, dass kein allgemein gültiges Gesetz die Welt der Organismen beherrscht, nach welchem die geschlechtliche Fortpflanzung, sei es beständig, sei es wenigstens von Zeit zu Zeit, neue verjüngende Kräfte dem Leben einflössen muss.

Die Ansicht, dass die Sexualität eine Grundfunktion jedes Organismus ist, lässt sich noch auf anderem Wege widerlegen. Bei aller Anerkennung des Satzes, dass negative Resultate eine beschränkte Beweiskraft haben, bleibt es doch eine zu auffällige Thatsache, dass bei einer so grossen Menge niederer Organismen geschlechtliche Fortpflanzung niemals beobachtet worden ist, und darunter befinden sich die so sorgfältig untersuchten Bakterien neben Flagellaten, Phycochromaceen u. s. w. Bedeutungsvoller ist es, dass nach den Untersuchungen BREFELDS das zahllose Heer der höheren Pilze nur ungeschlechtlich sich fortpflanzt, während bei niederen Pilzen noch Sexualität vorkommt. Am entscheidensten sind indessen jene merkwürdigen Vorgänge der Parthenogenesis bei der die Eizellen im Stande sind, sich ohne Befruchtung weiter zu entwickeln. Nachdem SIEBOLD als der erste diese jungfräuliche Zeugung bei gewissen Insekten nachgewiesen hatte, wurde sie bei vielen anderen Thieren beobachtet, während bis heute bei Pflanzen kaum ein sicheres Beispiel (vielleicht Chara crinita) dafür bekannt ist, solange man die echte Parthenogenesis darauf beschränkt, dass sicher befruchtungsfähige Geschlechtszellen auch ohne Befruchtung zur Entwickelung kommen. Gelegentliche Beobachtungen von DODEL, BERTHOLD u. a. über parthenogenetische Erscheinungen bei den niedersten Pflanzen führten mich zu Versuchen, sie künstlich zu veranlassen. Bei der grünen Fadenalge Spirogyra, bei der bereits der deutliche Anfang einer Geschlechtssonderung sich findet, gelang es mir, durch Einwirkung einer Salzlösung im geeigneten Augenblick die Vereinigung der Geschlechtszellen zu verhindern. Diese, die männlichen, wie die weiblichen, wandelten sich in Sporen um, die vollkommen den sonst durch die Befruchtung gebildeten Produkten glichen und in derselben Weise keimten. Besonders lehrreich verhält sich die kleine

Alge Protosiphon, die man sehr leicht dazu reizen kann, geschlechtliche Schwärmer zu erzeugen, die äusserst lebhaft im Wasser schwimmen und zu je zweien mit einander verschmelzen. Der kleine Zusatz einer Salzlösung genügt, um den der Kopulation so bedürftigen Schwärmern plötzlich Lust und Fähigkeit dafür zu rauben. Statt sich zu suchen, aufeinander zu stossen, bewegen sie sich gleichgültig neben einander, kommen ohne Kopulation zur Ruhe und bilden dennoch keimfähige Sporen. Auch andere Algen, wie Ulothrix, Hydrodictyon lassen sich zu einer solchen Parthenogenesis bringen, und wahrscheinlich gilt das Gleiche für zahlreiche niedere Formen. In den besprochenen Fällen wirken kleine Aenderungen der Lebensbedingungen mit, eine künstliche Parthenogenesis hervorzurufen. In der höher stehenden Alge Draparnaldia tritt uns ein Beispiel entgegen bei dem anscheinend ohne äussere Einwirkungen die gleichen Geschlechtszellen sowohl nach der Vereinigung von je zweien als auch ohne eine solche dieselben keimfähigen Produkte erzeugen. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist also bei diesen niederen Pflanzen rein fakultativ, sie kann, aber muss nicht erfolgen; das wesentliche Ziel wird dennoch erreicht. Wir stehen hier an dem Punkte, wo ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung ineinander übergehen.

Alle die verschiedenen Beobachtungen und Versuchsresultate führen zum Siege jener Auffassung, dass die geschlechtliche Fortpflanzung keine ursprüngliche, notwendige Funktion jedes Organismus ist, und dass sie sich von der ungeschlechtlichen herleitet. Wollen wir weitergehen und zu erkennen suchen, wie dieser Vorgang sich vollzogen, warum die geschlechtliche Zeugung schliesslich die herrschende Macht erlangt hat, so müssen wir den sicheren Boden verlassen und uns auf den Wellen der Hypothese schaukeln. Doch ist es zu verlockend, wenigstens einigen Gedanken zu folgen, die bei diesen Fragen sich aufdrängen. Wenn wir die erkennbaren Wirkungen der Befruchtung ins Auge fassen, so erhalten wir den überzeugenden Eindruck, dass durch sie nichts ihr eigentümliches, nichts anderes geschaffen wird, als was bei manchen Organismen nicht ebenso durch ungeschlechtliche Fortpflanzung

erreichbar ist. Die geschlechtliche kann schon bei niedern Pflanzen die einzige Art der Vermehrung sein, sie dient bei andern dazu, Keime zu bilden, die in der Ungunst äusserer Umstände die Species erhalten müssen. Sie vermag bei Diatomeen, Infusorien die aus fortgesetzter Teilung sich ergebenden Nachteile, seien es solche der Grösse, seien es die der inneren Organisation, zu beseitigen, und vor allem kommt ihr die ausserordentlich wichtige Rolle bei der Entstehung und Umbildung der Arten zu, die seit DARWIN in den Vordergrund gestellt wird. Alles dieses kann auch auf ungeschlechtlichem Wege bei nahverwandten Organismen errungen werden, sogar eine grosse Mannigfaltigkeit in der Artbildung, wofür die geschlechtslosen Bakterien ein deutliches Beispiel sind.

Wenn nun auch bei niederen Organismen die beiden Fortpflanzungsweisen sich in allem vertreten können, so müssen doch mit der Sexualität in bestimmter Richtung Vorteile verbunden sein, und sie liegen darin, dass durch die Vereinigung zweier Zellen eine grössere Kraftsumme zur Verfügung steht. Für keine der Wirkungen ist aber die Vereinigung von entscheidenderer Bedeutung als für die Förderung der Artbildung. Denn die bald schon auftretenden Einrichtungen, die Vermischung blutsverwandter Geschlechtszellen zu verhindern, die Sonderung des männlichen und weiblichen Geschlechts, die Möglichkeit der Bastardbefruchtung, alles wirkt zusammen, dass die sich vereinigenden Zellen durch individuelle Verschiedenheiten in der Organisation ausgezeichnet sind. Infolgedessen kommen eigenartige Mischungen der elterlichen Eigenschaften in den Nachkommen zur Entfaltung, und damit sind die ersten Schritte zur Varietätenbildung gegeben. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist daher eine sehr viel mächtiger sprudelnde Quelle der Variabilität und hat mit der allmählich höheren Entwickelung der Arten die ungeschlechtliche in den Hintergrund gedrängt und auf engere Kreise beschränkt. Die höheren Pflanzen gestatten noch, den charakteristischen Unterschied der beiden Fortpflanzungsweisen zu erkennen; denn die praktischen Ergebnisse der Pflanzenzucht lehren uns, dass die besonderen Merkmale irgend einer ausgezeichneten Varietät

oder Rasse sich leichter durch ungeschlechtliche Vermehrung auf die Nachkommen vererben lassen, als durch die Befruchtung, die nach verschiedenen, oft sehr unerwünschten Richtungen abweichende Individuen hervorruft.

Hiermit berühren wir den Zusammenhang von Zeugung und Vererbung, eine jener Fragen, um die gerade in heutiger Zeit der heftigste Kampf widerstreitender Anschauungen wogt. Es liegt mir fern, darauf einzugehen; mir schwebte nur das Ziel vor, aus der unerschöpflichen Fülle von Problemen, die in der Fortpflanzung sich darbieten, solche herauszugreifen, die der Physiologe in seiner Arbeitsstätte zuversichtlicher als Faust mit Hebeln und mit Schrauben zu lösen gedenkt. Die Resultate sind noch klein und unscheinbar; ihr Wert besteht weniger in dem, was sie im Augenblick sind, als was sie für die Zukunft bedeuten. Sie erscheinen als die ersten glückverheissenden Spuren edlen Metalles, die in dem dunkeln scheinbar undurchdringlichen Gestein dem Forscher entgegenblinken und ihn mit hoffnungsvollem Ahnen erfüllen, dass einst herrlich schimmernde Erzstufen reichen Wissens, lebendiger Erkenntnis aus der Tiefe an das Licht gefördert werden.

Druck von Ant. Kämpfe, Jena.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Molisch, Dr. Hans, a. o. Professor an der technischen Hochschule in Graz, **Grundriss einer Histochemie der pflanzlichen Genussmittel.** Mit 15 Holzschnitten. 1891. Preis: 2 Mark.

——— **Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen.** Eine physiologische Studie. Mit einer farbigen Tafel. 1892. Preis 3 Mark.

Pringsheim, N., **Gesammelte Abhandlungen**, herausgegeben von seinen Kindern. Erster Band. Mit einem Bildniss des Verfassers und 28 lithogr. Tafeln. 1895. Preis: 20 Mark.

Die gesammelten Abhandlungen erscheinen in 4 Bänden, deren Preis 60 Mark nicht übersteigen wird.

Rohde, Dr. Friedrich, **Ueber den gegenwärtigen Stand der Frage nach der Entstehung und Vererbung individueller Eigenschaften und Krankheiten.** 1894. Preis 3 Mark.

Schimper, Dr. A. F. W., a. o. Professor der Botanik an der Universität Bonn. **Botanische Mittheilungen aus den Tropen.**

Heft 1: **Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen.** Mit einer Tafel in Lichtdruck und 2 lithographischen Tafeln. 1888. Preis: 4 Mark 50 Pf.

Heft 2: **Die epiphytische Vegetation Amerikas.** Mit 4 Tafeln in Lichtdruck und 2 lithographischen Tafeln. 1888. Preis: 7 Mark 50 Pf.

Heft 3: **Die indo-malaysche Strandflora.** Mit 7 Textfiguren, einer Karte und 7 Tafeln. 1891. Preis 10 Mark.
(Heft 1—3 vom Herausgeber).

Heft 4: Schenck, Dr. H., Privatdozent an der Universität Bonn, **Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen,** im Besonderen der in Brasilien einheimischen Arten. I. Teil: Beiträge zur Biologie der Lianen. 1892. Preis: 15 Mark.

Heft 5: Schenck, Dr. H., **Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen.** II. Teil: Beiträge zur Anatomie der Lianen. Mit 12 Tafeln und 2 Zinkographieen im Text. 1893. Preis: 20 Mark.

Heft 6: Möller, Alfred, **Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen.** Mit 7 Tafeln und 4 Holzschnitten im Text. 1893. Preis: 7 Mark.

Heft 7: Möller, Alfred, **Brasilische Pilzblumen.** Mit 8 Tafeln. 1895. Preis: 11 Mark.

Heft 8: Möller, Alfred, **Protobasidiomyceten. Untersuchungen aus Brasilien.** Mit 6 Tafeln. 1895. Preis: 10 Mark.

Schulz, Dr. August, **Grundzüge einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt Mitteleuropas** seit dem Ausgang der Tertiärzeit. 1894. Preis: 4 Mark.

Stahl, Dr. E., o. ö. Professor der Botanik an der Universität Jena. **Ueber sogenannte Compasspflanzen.** Mit 1 Tafel. Zweite unveränderte Auflage. 1883. Preis: 75 Pf.

——— **Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter.** Mit 1 Tafel. 1883. Preis: 1 Mark 50 Pf.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Strasburger, Dr. Eduard, o. ö. Professor der Botanik an der Universität Bonn. **Histologische Beiträge.**

Heft 1: **Ueber Kern- und Zelltheilung im Pflanzenreiche** nebst einem Anhang über Befruchtung. Mit 3 lithographischen Tafeln. 1888. Preis: 7 Mark.

Heft 2: **Ueber das Wachsthum vegetabilischer Zellhäute.** Mit 4 lithographischen Tafeln. 1889. Preis: 7 Mark.

Heft 3: **Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leistungsbahnen in den Pflanzen.** Mit 5 lithographischen Tafeln und 17 Abbildungen im Text. 1891. Preis: 24 Mark.

Heft 4: **Das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen. Schwärmsporen, Gamelen, pflanzliche Spermatozoiden und das Wesen der Befruchtung.** Mit 3 lithographischen Tafeln. 1892. Preis: 7 Mark.

Heft 5: **Ueber das Saftsteigen. — Ueber die Wirkungssphäre der Kerne und die Zellgrösse.** 1893. Preis: 2 Mark 50 Pf.

——— **Zellbildung und Zelltheilung.** Dritte völlig umgearbeitete Auflage. Mit 14 Tafeln und einem Holzschnitt. 1880. Preis: 15 Mark.

——— **Die Angiospermen und die Cymnospermen.** Mit 22 Tafeln 1879. Preis: 25 Mark.

——— **Ueber den Bau und das Wachsthum der Zellhäute.** Mit 8 Tafeln. 1882. Preis: 10 Mark.

——— **Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang** bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. Mit 2 lithographischen Tafeln. 1884. Preis: 5 Mark.

——— **Das botanische Practicum.** Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik für Anfänger und Geübtere. Zugleich ein Handbuch der mikroskopischen Technik. Mit 193 Holzschnitten. Zweite umgearbeitete Auflage. 1887. Preis: brosch. 15 Mark, gebunden 16 Mark.

——— **Das kleine botanische Practicum für Anfänger.** Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik und Einführung in die mikroskopische Technik. Zweite umgearbeitete Auflage. Mit 110 Holzschn. Preis: 5 Mark. geb. 6 Mark.

von Tavel. Dr. F., Docent der Botanik am Eidgen. Polytechnikum in Zürich. **Vergleichende Morphologie der Pilze.** Mit 90 Holzschnitten. 1892. Preis: 6 Mark.

de Vries, **Hugo** ord. Professor der Botanik an der Universität Amsterdam. **Intracellulare Pangenesis.** 1889. Preis 4 Mark.

——— **Die Pflanzen und Thiere in den dunkeln Räumen der Rotterdamer Wasserleitung.** Bericht über die biologischen Untersuchungen der Crenothrix-Commission zu Rotterdam vom Jahre 1887. Preis: 1 Mark 80 Pf.

Weismann, Dr. **August,** Professor in Freiburg i. Br., **Das Keimplasma,** eine Theorie der Vererbung. Mit 24 Abbildungen im Text. 1892. Preis: 12 Mark.

——— **Aufsätze über Vererbung** und verwandte biologische Fragen. Mit 19 Abbildungen im Text. 1892. Preis: 12 Mark.

——— **Die Allmacht der Naturzüchtung.** Eine Erwiderung an Herbert Spencer. 1893. Preis 2 Mark.

——— **Aeussere Einflüsse als Entwicklungsreize.** 1894. Preis: 2 Mark.

Soeben erschien:

——— **Neue Gedanken zur Vererbungsfrage.** Eine Antwort an Herbert Spencer. 1895. Preis: 1 Mark 50 Pf.

Druck von Ant. Kämpfe, Jena.

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY

This book should be returned on or before
the date last stamped below.

25M-3-58-88267

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR
PALO ALTO, CALIFORNIA

F251 Klebs, George
K63 Ueber das Verhältniss.
1894

F251
K63
1894
Klebs, George
Ueber das Verhältniss

NAME	DATE DUE

F251
K63
1894